



E. MAKULA, ST. SKRZYDLEWSKI, ST. WIELGUS

PRZELOTY SZYBOWCOWE

WYDAWNICTWO LIGI LOTNICZEJ

E. MAKULA, ST. SKRZYDLEWSKI i ST. WIELGUS

PRZELOTY SZYBOWCOWE

WYDAWNICTWO
LIGI PRZYJACIÓŁ ŻOŁNIERZA

BIBLIOTECZKA LOTNICZA

Rysunki wykonał
R. GRZYWACZ

*

Redaktor
R. JANKOWSKI

Na zlecenie Ligi Przyjaciół Żołnierza
Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej
Warszawa 1953. Wydanie I.

Nakład 4000 egz. Obj. 10,6 ark. wyd., 9 ark. druk.
Papier druk. sat. VII kl. 60 g. Format 61 x 86/16
Oddano do składu 26.02.53. Podpis. do druku 18.06.53.
Druk ukończono 25.06.53. Nr zam. 99 z dn. 26.02.53.
Drukarnia Wyd. MON w Łodzi

D-4-10747

SPIS TREŚCI

WSTĘP

Władza ludowa w Polsce otaczając troskliwą opieką nasze młode, rozwijające się w szybkim tempie lotnictwo, kładzie duży nacisk na udostępnienie go jak najszerszym masom młodzieży polskiej.

Opierając się na doświadczeniach i wzorach radzieckiego lotnictwa szkoły i aerokluby LPŻ wychowują nowe, ludowe kadry lotnicze. Władza ludowa umożliwia szerokim rzeszom młodzieży bezpłatną naukę, a także daje do dyspozycji wysokiej jakości sprzęt. Uwidacznia się to szczególnie w dziedzinie szybownictwa, o czym świadczą najlepiej rekordy uzyskiwane nie tylko dzięki dobremu i wypróbowanemu sprzętowi, ale również dzięki wysokiemu opanowaniu sztuki pilotażu przez polskich szybowników. W okresie powojennym szybownicy nasi uzyskali dwa razy więcej odznak i rekordów niż w całym okresie przedwojennym.

Warunki, jakie stwarza konstruktorom lotniczym Partia i Rząd umożliwiają szybki rozwój polskiej postępowej myśli konstrukcyjnej. Szkoły i aerokluby otrzymały już wysokiej klasy szybowce polskiej konstrukcji, jak np. Mucha, Jastrząb czy dwuosobowy Bocian.

Wspaniałe perspektywy rozwoju polskiego szybownictwa i szybkie tempo, w jakim ono wzrasta, stwarzają nieograniczone możliwości w zdobywaniu przestworzy przez naszą młodzież. Aby ułatwić jej lepsze zapoznanie się z tą piękną dziedziną sportu, jaką jest szybownictwo, Liga Przyjaciół Żołnierza wydaje szereg książek popularyzujących ten sport. Jedną z takich książek są właśnie „Przeloty szybowcowe". Książka ta jest pierwszym tego rodzaju wydawnictwem omawiającym zagadnienie przelotów i nawigacji.

Celem tej książki jest umożliwienie pilotom szybowcowym uzyskania niezbędnych wiadomości tak teoretycznych, jak i praktycznych z zakresu przelotów oraz ułatwienie porównania tych wiadomości z ich własnymi doświadczeniami.

WYKAZ SYMBOLI I SKRÓTÓW UŻYWANYCH W KSIĄŻCE.

b — współczynnik duszeń międzykominowych
B — dewiacja
B_1 — dewiacja wywołana pracą przyrządów elektrycznych
Cx — aerodynamiczny współczynnik oporu
Cz — „ „ wyporu
D — doskonałość; a w nawigacji: nawigacyjny kierunek wiatru
E — kąt wiatru
Eg — graniczny kąt wiatru
h — różnica wysokości
H — wysokość nad poziom morza
KB — kurs busoli
KDB — kąt drogowy busoli
KDG — kąt drogowy geograficzny
KDM — kąt drogowy magnetyczny
KG — kurs geograficzny
KM — kurs magnetyczny
KZ — kąt znoszenia
L_o — długość ortodromy
M — deklinacja
P — siła (ogólnie)
P_x — siła oporu
P_z — siła nośna
S — przeleciana odległość
S' — pozorna odległość lotu ślizgowego
t_s — czas przeskoku między kominami
t_w — czas zużyty na wznoszenie (np. w krążeniu)
U — szybkość wiatru
V — przyrządowa szybkość lotu
V_{ek} — szybkość ekonomiczna
V_h — składowa pozioma szybkości lotu
V_H — szybkość na wysokości H

V_k	— szybkość	krążkowa
V_{min}	— „	minimalna
V_o	— „	na wysokości poziomu morza
V_{opt}	— „	optymalna
V_p	— „	przelotowa własna
V_r	— „	rzeczywista (względem ziemi)
V_s	— „	międzykominowa (przeskoku)
V_z	— „	największego zasięgu
W	— „	przelotowa rzeczywista (podróżna)
w	— „	pionowa szybowca (ogólnie)
w_d	— „	prądów duszących między kominami
w_{gran}	— „	graniczna opadania w czasie lotu balonowego
w_{ow}	— „	opadania własnego szybowca
w_{owH}	— „	„ „ „ na wys. H
$w_{ow\,min}$	— „	minimalna opadania własnego szybowca
w_{owo}	— „	opadania własnego szybowca na poziomie morza
w_r	— „	duszenie równoważne
w_w	— „	średnia wznoszenia szybowca w kominie
Z	— zasięg	
$\hat{+}$	— znak sumy geometrycznej	
α	— (czytaj „alfa")	— kąt toru lotu
α'	— „ „	— pozorny kąt toru lotu
α_m	— „ „	— meteorologiczny kierunek wiatru
δ	— („ „delta")	— kąt doskonałości
Δ	— „ „	— błąd ustawienia busoli
λ	— („ „lambda")	— długość geograficzna
ρ	— („ „ro")	— gęstość powietrza
ρ_o	— „ „	— gęstość powietrza na wysokości poziomu morza
ρ_H	— „ „	— gęstość powietrza na wysokości H
ψ	— („ „fi")	— szerokość geograficzna; w innym znaczeniu inklinacja

Część I

WSKAZÓWKI DLA PRZELOTOWCÓW

Część pierwsza niniejszej książki ma za zadanie wprowadzić nie zaawansowanego czytelnika w temat, co ułatwi mu nie tylko zrozumienie dalszych rozdziałów, ale także pomoże w wykonywaniu pierwszego warunkowego przelotu.

Treść tej części omawia zasadnicze zagadnienia, związane zarówno z samym lotem żaglowym, jak i z głównym tematem książki — przelotem szybowcowym.

1. Jak przygotować się do przelotu szybowcowego?

Pytanie powyższe można rozbić na cztery punkty dotyczące przygotowania:

a) pilota,
b) szybowca,
c) wyposażenia pomocniczego,
d) trasy przelotu.

a) Przygotowanie pilota jest sprawą zasadniczą, a składa się nań przede wszystkim zupełne opanowanie latania na termice. W czasie przelotu uwaga pilota pochłonięta jest w znacznym stopniu zagadnieniami orientacji i nawigacji. Większość zaś kwestii pilotażowych, a nawet taktycznych powinien on rozwiązywać mechanicznie, za pomocą nawyków zdobytych poprzednio w szeregu długotrwałych lotów termicznych. Wprawdzie zdarza się, że pilot już w jednym z pierwszych swych lotów termicznych dokona udanego przelotu, ale są to sporadyczne wypadki, których nie można uwzględniać w racjonalnym szkoleniu.

Praktyka wykazała, że pilota o przeciętnych zdolnościach można uważać za przygotowanego do wykonania przelotu po wykonaniu przezeń około dziesięciu lotów termicznych, w łącznym czasie 15—25 godz.

Przeloty, których trasa prowadzi przez teren górzysty, wymagają jeszcze większego doświadczenia, zwłaszcza w zakresie umiejętności lądowania w terenie przygodnym. Dlatego wydaje się korzystne rozpoczynanie praktyki przelotowej raczej w terenie płaskim, przy czym sam start do przelotu może oczywiście odbyć się w terenie górskim.

Powracając do kwestii lądowania należy specjalnie podkreślić ważność precyzji jego wykonania. Pilot lądujący niepewnie na terenie lotniska (powodem czego może być zarówno brak umiejętności, jak i niedbałość) posiada mniejsze szanse bezpiecznego lądowania w przygodnym terenie, gdzie czeka go zawsze wiele niespodzianek, a posadzenie szybowca na punkt jest z reguły konieczne.

Umiejętność prawidłowego i pewnego lądowania idzie nie zawsze w parze z ogólną ilością i czasem wykonanych lotów, lecz zależy także od opanowania przez pilota danego typu szybowca. Kwestia ta nabiera dużego znaczenia podczas wszystkich trudniejszych etapów przelotu, głównie zaś w chwilach przetrzymywania kryzysów („żebrania się" na małej wysokości) oraz w momentach lądowania. Ponieważ nasz klimat rzadko stwarza warunki zezwalające na dłuższy bezkryzysowy przelot (co zgodnie potwierdzają sprawozdania pilotów), przeto stopień wlatania się w typ (w wypadku krańcowym w egzemplarz) szybowca rozstrzyga nierzadko o powodzeniu wyczynu. Z tych to powodów nawet doświadczeni szybownicy bardzo niechętnie dokonują przelotu na typie szybowca, z którym nie zapoznali się uprzednio przynajmniej w jednym dłuższym locie termicznym, nie mówiąc już o lądowaniu. Początkujący piloci powinni obowiązkowo przed przelotem wykonać kilka lotów zapoznawczych na danym typie.

Ogólnie biorąc nie należy podejmować przelotu na szybowcu, na którym nie wykonało się poprzednio przynajmniej trzech lotów, w tym jeden żaglowy o czasie trwania powyżej godziny.

Wspomnieć także należy o znaczeniu samopoczucia pilota i chwilowej kondycji fizycznej. Przemęczenie, senność czy jakakolwiek inna niedyspozycja ograniczają sprawność całego systemu nerwowego, co odbija się ujemnie na wynikach, a nawet prowadzić może do wypadków.

Do często lekceważonych przez pilotów, niemniej jednak ważnych drobiazgów należy odpowiednio ciepłe ubranie, wygodne ułożenie szelek spadochronu i pasów, a dla pilotów wrażliwych na chorobę powietrzną odpowiednia przed lotem dieta i zabranie torebki „dla chorych w powietrzu". Należy także pamiętać o zabraniu dokumentów osobistych. Zaniedbanie tych szczegółów, w gorączkowym pośpiechu przed startem, mści się dotkliwie podczas nierzadko wielogodzinnego lotu.

b) Przygotowanie szybowca i spadochronu wymaga stosunkowo niewielu dodatkowych zabiegów. Wyznajemy bowiem zasadę, że sprzęt zdatny do wykonywania lotów jest tym samym całkowicie przygotowany do przelotów. Niemniej jednak celowe jest sprawdzenie działania przyrządów, gdyż usterki, na które w zwykłym locie termicznym nie zwraca się uwagi, mogą być podczas przelotu kłopotliwe.

Przede wszystkim trzeba więc skontrolować prawidłowość wskazań busoli, zauważone błędy skompensować* lub zapisać i umieścić na widocznym miejscu w kabinie.

W wypadku przeskalowania wariometru, postępując prawidłowo winno się przyrząd wymienić lub wyważyć (co może być wykonane wyłącznie przez fachowców). Niejednokrotnie musimy jednak zadowolić się prowizorycznym zaznaczeniem położenia zerowego wskazówki, wykonując białym lakierem na szkle przyrządu znaczek, skąd w razie potrzeby łatwo go usunąć. Dokładna znajomość położenia zerowego ważna jest dla nas w momencie kryzysu, kiedy w walce o każdy metr wysokości zapominamy najczęściej, że wskazówka stojąca na zerze to w rzeczywistości pół metra na sekundę opadania lub wznoszenia.

Kontrolując działanie szybkościomierza zamykamy wlot i wylot dyszy Venturiego dłoniami obu rąk i lekko naciskając wywołujemy nadciśnienie wewnątrz zamkniętej w ten sposób przestrzeni. Przy prawidłowym działaniu przyrządu wskazówka powinna się cofnąć o kilka milimetrów do tyłu. Odchylenie wskazówki w przeciwnym kierunku oznacza, że przewody są odwrotnie podłączone. Jeżeli mimo kilkakrotnych prób wskazówka pozostaje nadal w spoczynku, może mieć miejsce nieszczelność dyszy lub przewodów albo ostre ich załamanie utrudniające swobodny przepływ. Analogiczne objawy występują w wypadku zawodnienia przyrządu. Rzecz jasna, że wszystkie te usterki musimy przed startem usunąć.

Czasami, mimo tak przeprowadzonej kontroli i prowidłowego działania na ziemi, szybkościomierz w powietrzu albo wcale nie działa, albo działa nieprawidłowo. Powodem tego mogą być pajęczynki zasnuwające dyszę. Trzymają się tam one tak silnie, że nawet pęd powietrza podczas lotu nurkowego nie jest ich w stanie usunąć. Często zdarza się to po dłuższym postoju szybowca w hangarze oraz w okresie „babiego lata". Trzeba więc przed lotem zaglądnąć do wnętrza dyszy i usunąć ewentualne zanieczyszczenia.

Jeżeli w komplecie naszych przyrządów znajduje się elektryczny skrętomierz, badamy stan baterii i prawidłowość podłączenia jej biegunów.

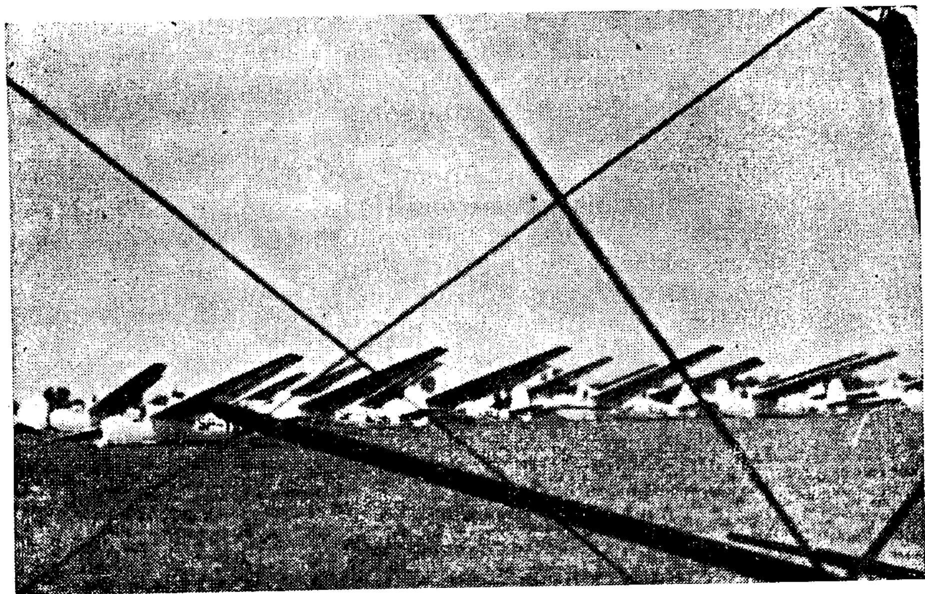
Z kolei kontrolujemy szczelność kabiny i przedniego zaczepu. Ten ostatni (w braku uszczelniającej przegrody) wyposażamy w klapkę ze starej opony rowerowej, która, nie przeszkadzając podczepieniu linki holowniczej, w locie swobodnym względnie szczelnie zasłania otwór. Unikniemy przez to przykrego dmuchania wprost w nogi, co na większych wysokościach może doprowadzić (zwłaszcza w chłodniejszych porach roku) do zdrętwienia, a nawet odmrożenia stóp.

---

* Kompensowanie busoli omówione jest dokładnie w części pt. „Nawigacja szybowcowa".

Ostatnią naszą czynnością będzie pociągnięcie lakierem miejsc, z których odprysnęła warstwa starego lakieru. Podczas przelotu szybowiec często narażony jest na działanie wilgoci (rosa, deszcz), która w miejscach niezabezpieczonych odprysków powoduje rozległe złuszczenia.

c) Wyposażenie pomocnicze mieści się w czasie lotu częściowo w kabinie, częściowo zaś w bagażniku. Aby uniknąć ciasnoty i nieporządku należy z zasady trzymać w kabinie tylko niezbędne dla pi-



Poranek na szybowisku

lota podczas lotu przedmioty, a więc mapy, pokarmy, kalkulator nawigacyjny itd. Celowe jest trzymanie wszystkich tych rzeczy w specjalnych kieszeniach umieszczonych na wewnętrznych ściankach kabiny. Wszelkie inne przedmioty, jak książka pokładowa, kawałek (4 — 6 metrów) grubego sznura zakończonego metalowym oczkiem, narzędzia do demontażu szybowca, przybory higieny osobistej, formularze zgłoszenia przelotu i zaświadczenia lądowania, a wreszcie koc należy umieścić w bagażniku. Jeżeli dysponujemy wystarczającą ilością miejsca, koc ułożyć można na siodełku pilota.

Całość ekwipunku dopełnia barograf — jedyny wiarogodny świadek naszych sukcesów i porażek. Dlatego też przygotowanie jego winno być szczególnie staranne.

Po otwarciu puszki barografu i zdjęciu bębna nakładamy nań pasek czystego papieru. Do tego celu najlepiej użyć papieru kredowe-

go, gdyż jego gładka powierzchnia stawia rysikowi podczas ruchu małe opory. Brzeg papieru, od strony kołnierza na dolnej części bębna, winien być równo obcięty i dokładnie doń przylegać.

Po umocowaniu papieru za pomocą sprężynki, przystępujemy do kopcenia. Najlepiej użyć do tego zwykłą lampę naftową, której płomień po zdjęciu szkła i kominka daje silny i zwarty strumień sadzy. W braku lampy zastosować możemy zwykłą blaszaną puszkę napełnioną towotem z wetkniętym doń bawełnianym gałganem. Kopcenie winno odbywać się powoli, by uniknąć zbytniego nagrzewania papieru, w przeciwnym bowiem wypadku staje się on kruchy i barogramka szybko ulega zniszczeniu. Kopcenie najlepiej wykonywać pod gołym niebem w miejscach osłoniętych od wiatru, w żadnym wypadku w hangarze, gdyż grozi to pożarem, a unosząca się sadza brudzi sprzęt.

Przed założeniem bębna kontrolujemy, czy mechanizm zegarowy barografu jest odpowiednio nastawiony (jeden obrót bębna na sześć lub osiem godzin) i nakręcony. Po założeniu bębna sprawdzamy docisk rysika do okopconej powierzchni i rysujemy w odległości około 2 mm od dolnej krawędzi papieru tzw. linię podstawową (jedną ręką przytrzymujemy rysik, a drugą obracamy bęben).

Gdy wszystko jest już gotowe zamykamy puszkę barografu uważając, by nie zgiąć przy tym dźwigni rysika.

Jeśli przewidujemy możliwość wykonania przelotu warunkowego (do odznak $D_{sr.}$, $D_{zł.}$ i brylantów) lub rekordowego, wtedy plombujemy barograf w obecności komisarza sportowego lub pełniącego jego obowiązki instruktora *.

Tak przygotowany barograf umieszczamy na szybowcu w specjalnie do tego celu przewidzianych klamrach mocujących lub zaczepach do podwieszania na amortyzatorkach. W razie ich braku zawijamy barograf w pokrowiec spadochronu i w pozycji stojącej umieszczamy go w bagażniku.

Bezpośrednio przed startem należy barograf uruchomić i zabezpieczyć przed zatrzymaniem, gdyż inaczej może być on często przyczyną przykrych rozczarowań.

Do wydawania zaświadczeń z przelotu uprawnione są miejscowe władze (zawiadowca lotniska, miejscowa Rada Narodowa, milicja itp.). Posiadanie gotowego formularza ogromnie ułatwia tę sprawę i zapobiega niedociągnięciom formalnym.

d) Dokładne omówienie przygotowania nawigacyjnego trasy przelotu znajdzie czytelnik w dalszych częściach tej książki: „Nawigacja szybowcowa" oraz „Taktyka przelotu szybowcowego".

---

* Po locie plombę zdejmuje także komisarz sportowy sporządzając odpowiedni protokół.

2. Start do przelotu

Start do przelotu szybowcowego można przeprowadzić przy pomocy wszystkich dostępnych nam sposobów, to jest: wyciągarki, liny gumowej lub samolotu holującego. Przy planowaniu przelotu należy uwzględnić rodzaj startu, jaki mamy do dyspozycji. Różnica leży głównie w prawdopodobieństwie wczesnego „zaczepienia się", a więc w możliwości pełnego wykorzystania czasu trwania termiki dziennej. Sprawa ta nabiera szczególnego znaczenia przy przelotach długodystansowych. Ogólnie rzecz biorąc, im dłuższy czas trwania przelotu, tym większe są szanse powodzenia zamierzonego przez nas wyczynu. Dlatego też, by maksymalnie wykorzystać warunki dnia, staramy się startować możliwie wcześnie.

Niestety ranne wznoszenia nie są nigdy tak intensywne i ustalone jak w godzinach południowych, więc nawiązanie kontaktu z termiką jest trudniejsze.

Traktując ogólnie — przy starcie z wyciągarki szanse zaczepienia wzrastają proporcjonalnie do uzyskanej wysokości (w wypadku startu ze zbocza — do wysokości startu). Przy starcie na holu kwestia ta schodzi na drugi plan, mamy bowiem możność odczepienia się bezpośrednio we wznoszeniu.

Z tego względu start na holu za samolotem uważany jest przez przelotowców za najdogodniejszy.

Omówimy teraz kolejno wszystkie trzy rodzaje startu.

S t a r t z w y c i ą g a r k i. Jak wspomniałem, bardzo ważną kwestią jest tutaj uzyskanie na lince jak największej wysokości. Dlatego też szybownik-przelotowiec winien w pełni posiadać umiejętność startów na lince maksymalnej długości (do 1 500 m) przy zastosowaniu dolnego zaczepu.

W zależności od przeważającego typu termiki * w wyszukiwaniu prądów wstępujących kierujemy się kontrastowością terenu, wyglądem nieba, a często obydwoma czynnikami równocześnie.

W wypadku termiki naniesionej i z reguły towarzyszącym jej silnym wietrze, startujemy w momencie zbliżania się do lotniska „zdrowego" w kształtach cumulusa. Po wyczepieniu linki holującej kontynuujemy lot pod wiatr na spotkanie upatrzonej chmury. Zależnie od siły wiatru i uzyskiwanej wysokości tak dobieramy moment startu, by dotrzeć do przypuszczalnie nośnego obszaru w odległości 0,5—2 km od nawietrznego skraju lotniska. Ma to na celu zapewnienie sobie w krążeniu, do chwili zniesienia nas przez wiatr za zawie-

---

* W praktyce rzadko spotykamy się z czystą termiką naniesioną, o wiele częściej z wypracowaną. Najczęściej jednak mamy do czynienia z termiką powstałą zarówno wskutek napływu chłodnych mas na cieplejsze podłoże, jak i wskutek nasłonecznienia. Potocznie — termika taka nosi nazwę czynnika odgrywającego w danym wypadku rolę decydującą.

trzną stronę lotniska, możliwie dużej wysokości. W ten sposób zabezpieczamy się, na wypadek zgubienia wznoszenia, przed lądowaniem poza lotniskiem.

Jeśli podczas wypadu nie napotkamy spodziewanego wznoszenia lub też nie potrafimy go wykorzystać, powrót z tylnym wiatrem na lotnisko będzie łatwy.

Podczas wykręcania się, zwykle już w pierwszym kominie, możemy się przekonać, czy nasza decyzja wykonania przelotu jest realna. Czasami trzeba z niego zrezygnować (chociażby tylko chwilowo), gdyż wznoszenia okazują się zbyt słabe (poniżej 1 m/sek.) lub pułap zbyt niski (minimum 600—1 000 m.) *.

Próbne „wykręcenie" pułapu należy przeprowadzać w rejonie leżącym w kierunku „pod wiatr" od lotniska z powodów, które już omawialiśmy. Podczas silnego wiatru nie jest to jednak łatwe, dlatego też bardziej doświadczeni piloci pozwalają sobie czasem na pewne ryzyko, odchodząc na przelot wraz z pierwszym kominem. Młodzi piloci powinni tego unikać, gdyż kończy się to nader często lądowaniem „za chałupą" (w odległości mniejszej niż 50 km od lotniska).

Podczas termiki wypracowanej wznoszenia są zazwyczaj mniej turbulentne, a więc łatwiejsze do wykorzystania nawet na małej wysokości. Poza tym tego rodzaju termice towarzyszy zwykle słaby tylko wiatr, co bardzo ułatwia zaczepienie.

Wyszukując wznoszenia należy się kierować głównie kontrastowością terenu. Zazwyczaj piloci znają stałe ogniska termiczne w rejonie lotniska i chętnie je wykorzystują. Często cennych wskazówek dostarczają nam krążące ptaki lub smugi wznoszącego się dymu czy pyłu. Nie można także pominąć całkowicie obserwacji chmur, pod którymi niejednokrotnie znajdziemy, nawet na małej wysokości, poszukiwany prąd wstępujący.

Wyszukiwanie wznoszeń powinno odbywać się po nawietrznej stronie lotniska. Wykręcanie pułapu przed odejściem na przelot nie przedstawia zazwyczaj żadnych trudności i dlatego jest przez większość pilotów praktykowane.

S t a r t z e z b o c z a: Między taktyką zaczepiania się po starcie z wyciągarki i ze zbocza istnieje duża analogia. W wypadku termiki naniesionej i towarzyszącego jej wiatru, wstępną wysokość uzysku-

---

* W szybownictwie pułapem nazywamy maksymalną możliwą wysokość lotu. Niski pułap, wynoszący 500, a czasem i mniej metrów, jest wynikiem zalegania na tej wysokości silnej inwersji, której prądy wstępujące nie zdołają przebić. Sytuację taką spotykamy podczas bezchmurnej wypracowanej termiki. Zdarza się, że warstwa inwersyjna zanika w godzinach popołudniowych, umożliwiając chociażby krótki przelot. Dla pilotów nie posiadających przeszkolenia w pilotażu na przyrządy bez widoczności ziemi, pułap może być ograniczony podstawą chmur.



Udany przelot po starcie z wyciągarki daje pełne zadowolenie!

jemy w wymuszonych prądach zboczowych. Z tej wysokości robimy wypady pod wiatr w kierunku zbliżających się cumulusów. Jeżeli napotkane wznoszenia potrafimy wykorzystać uzyskując odpowiednią do przekroczenia zawietrznej wysokość, oddalamy się wraz z kominem od zbocza. Jeżeli nam się to nie uda, wracamy na zbocze, ponawiając wypady aż do skutku. Zdarza się jednak, że wiatr jest zbyt słaby dla utrzymania się na zboczu lub ma nieodpowiedni kierunek. Sytuacja nasza jest wtedy zupełnie analogiczna jak po starcie z wyciągarki.

Podobnie przedstawia się sprawa w wypadku termiki wypracowanej. Ponieważ zjawisko ognisk termicznych występuje w górach w sposób zupełnie wyraźny, nawet słaby wiatr podtrzymujący nas na zboczu wystarcza do ułatwienia wykręcenia się. Wymaga to jednak doskonałego opanowania techniki pilotażu, ze względu na konieczność krążenia w pobliżu zbocza, a więc na stosunkowo małej wysokości.

Dużą wadą startu ze zbocza w porównaniu ze startem z wyciągarki są trudności transportowe, dające się specjalnie odczuć w wypadku konieczności szybkiego powtórzenia nieudanego startu. Jedyne nasze wchodzące w grę szybowisko górskie „Żar“ posiada wyciąg zboczowy, który w sposób zadowalający rozwiązuje to zagadnienie.

S t a r t n a h o l u z a s a m o l o t e m: Istotnym ułatwieniem, jakie daje hol w porównaniu z innymi rodzajami startu, jest możliwość wyboru czasu i miejsca odczepienia, co w praktyce oznacza możliwość odczepienia się wprost w napotkanym kominie termicznym. Taktyka poszukiwania wznoszeń jest analogiczna jak po starcie z wyciągarki, z tym że przy silnym wietrze odczepiamy się z reguły dalej pod wiatr od lotniska, co wyklucza prawie zupełnie możliwość przymusowego lądowania poza lotniskiem.

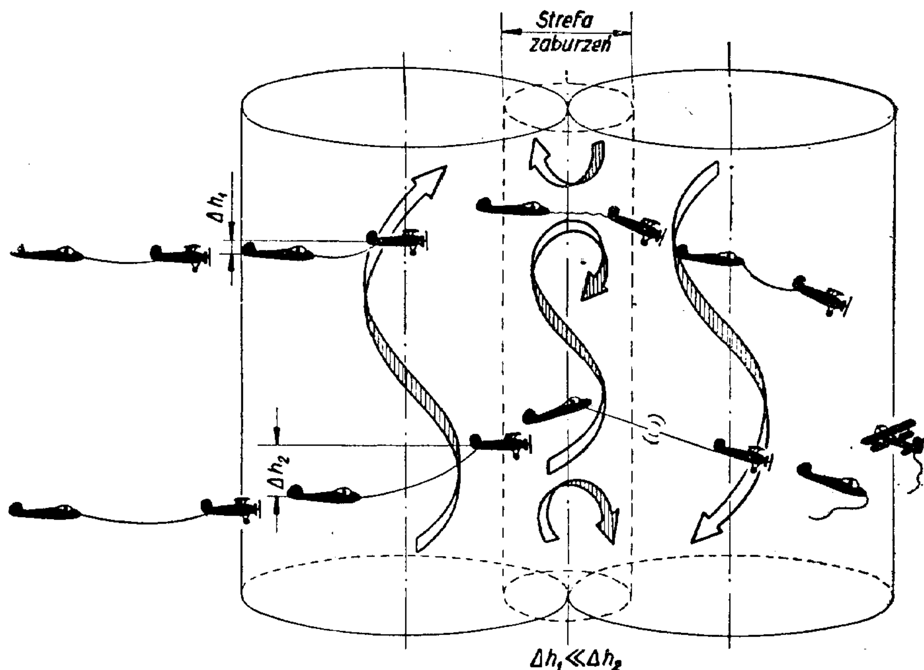
Rozpowszechnione mniemanie, jakoby odczepianie na dużej wysokości ułatwiało przelot, jest zupełnie błędne, gdyż uniemożliwia pilotowi zorientowanie się w możliwościach termicznych niższych warstw atmosfery. Dlatego najkorzystniejsze jest odczepienie na wysokości rzędu 300—500 m. Wyjątkowo przy wczesnych startach na długodystansowe przeloty holujemy się do 1 000 m.

Decyzję odczepienia podejmujemy na podstawie obserwacji samolotu holującego oraz wskazań szybkościomierza i wariometru. Na trafność naszej decyzji ma także pewien wpływ długość linki holowniczej.

Do niedawna pokutowało w szybownictwie przekonanie, że długa linka (100 i więcej metrów) zwiększa bezpieczeństwo lotu zespołowego. Praktyka jednak wykazała bezpodstawność tego twierdzenia. Obecnie dążymy do tego, by zespół samolot-szybowiec znajdował się możliwie zawsze w masie powietrza o tych samych kierunkach i szybkościach prądów pionowych, co zmusza nas do stosowania

krótszych linek holowniczych. Przestrzeganie tej zasady ułatwia pilotaż zarówno samolotu, jak i szybowca, zmiejszając możliwość powstawania kłopotliwych sytuacji (patrz rys. 1).

Kwestia ta nabiera szczególnego znaczenia w czasie długich lotów transportowych (np. ściąganie z przelotów) w okresie trwania silnej termiki oraz podczas startów na stojącą falę w burzliwej halniako-



Rys. 1. Lot za samolotem w powietrzu burzliwym przy użyciu krótkiej i długiej liny holowniczej.

wej atmosferze. Krótka linka ma jeszcze tę dobrą stronę, że podczas startu zespołu z przygodnych terenów wystarcza krótsze (o zmniejszoną długość linki) pole rozbiegu. Czy wobec tego powinniśmy latać zawsze na jak najkrótszych linkach?

Podczas przecinania przez zespół kominów termicznych samolot holujący pierwszy wchodzi w prądy wstępujące, a więc wcześniej zwiększa swą szybkość wznoszenia. Po sposobie, w jaki to czyni, szybownik odróżnia przypadkowy podrzut czy zadarcie maszyny sterem od regularnego wznoszenia oraz ocenia jego intensywność. Jeżeli linka jest zbyt krótka, obserwacja samolotu jest utrudniona, a czas potrzebny na powzięcie trafnej decyzji wyczepienia zbyt mały. Okazało się więc, że dla startów na termikę najkorzystniejsza

jest kompromisowa długość linki 35—40 m. Krótkich 20-metrowych linek używamy do lotów w burzliwej atmosferze bądź też do startów z przygodych terenów *. Linka krótka w połączeniu z linką 40-metrową lub dłuższą służy do startów zespołowych**. W takim wypadku do łączenia ich nie należy stosować niszczących linkę węzłów, lecz specjalnych, przewidzianych w instrukcji, łączników.

Jeżeli chodzi o gatunek linki holowniczej, to dzisiaj do tego celu stosuje się wyłącznie linę konopną (lub sizalową), która swym ciężarem i elastycznością doskonale amortyzuje wszelkie szarpnięcia.

Zazwyczaj jednak sama obserwacja samolotu nie wystarcza do oceny wznoszenia i powzięcia decyzji wyczepienia. Ostatecznie decydujące w tej sprawie są zawsze wskazania szybkościomierza i wariometru. Szybkościomierz upewnia nas, że obserwowane wznoszenie nie odbywa się kosztem spadku szybkości, a jeśli tak, to określa stopień jej spadku. Wariometr natomiast informuje nas o szybkości wznoszenia przecinanego zespołem prądu wstępującego. Zaznaczyć trzeba, że ze względu na pewną bezwładność tego przyrządu (mowa o wariometrze płytkowym, jak również membranowym) i związane z tym opóźnienie wskazań, przy ocenie przelatywanego wznoszenia kierujemy się nie chwilowym położeniem wskazówki, a raczej jej tendencją.

Wartość, jaką nam wskaże wariometr podczas lotu na holu, jest sumą własnej szybkości wznoszenia zespołu i szybkości prądu wstępującego. Po wyczepieniu suma ta zmniejszy się o wartość własnej szybkości wznoszenia zespołu plus szybkość opadania szybowca. Na przykład: lecimy na szybowcu Mucha-ter holowani przez samolot typu CSS-13. Samolot ten holując jedną Muchę posiada szybkość wznoszenia przeciętnie około 1,5 m/sek. (zależnie od stanu silnika, płatowca, a także umiejętności pilota holującego). Mucha, jak wiemy z doświadczenia, posiada w krążeniu (V—60 km/godz.) opadanie własne w granicach 1 m/sek. Jeżeli więc wariometr wskazywał nam w momencie wyczepienia wartość wznoszenia równą 2,5 m/sek., to po wyczepieniu winniśmy się spodziewać wskazań w okolicy zera (2,5—1,5 — 1 = 0). Analogicznie, jeśli wariometr wskazuje przed wyczepieniem 3 m/sek., po wyczepieniu pozostanie około 0,5 m/sek. wznoszenia (3 — 1,5 — 1 = 0,5).

W momencie wyczepienia musimy również zadecydować o kierunku krążenia. Wskazówką dla pilota jest tutaj tendencja zwisu, czasami zupełnie wyraźne pochylenie, jakie wykazuje samolot czy szybowiec podczas wchodzenia we wznoszenie. Krążymy zawsze

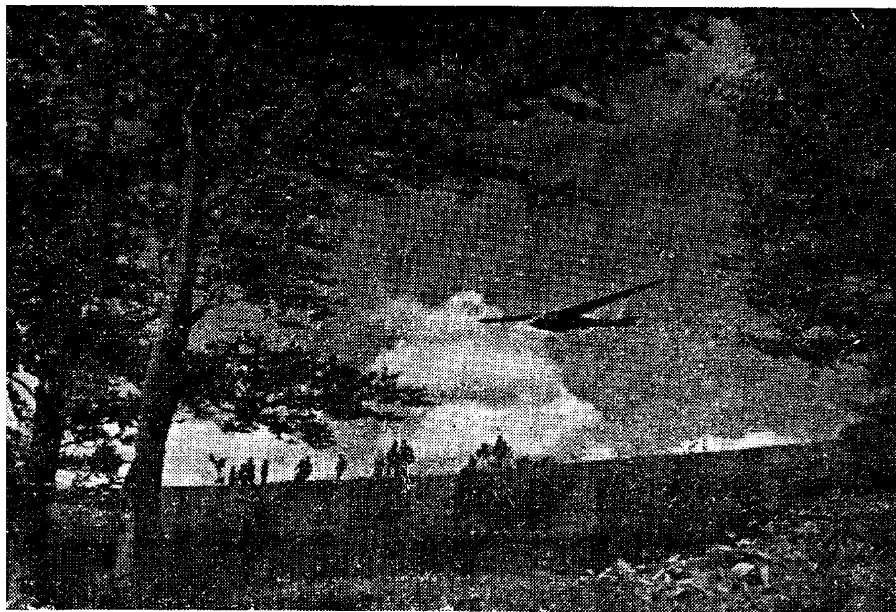
---

* Wyjątkowo przy trudnych startach z przygodnych terenów używamy linek jeszcze krótszych (do 10 metrów).

** Startem zespołowym nazywamy start dwóch lub trzech szybowców (wyjątkowo więcej) za jednym samolotem holującym.

w kierunku przeciwnym tendencji, gdyż z tej strony winno znajdować się najprawdopodobniej centrum przecinanego wznoszenia. Jeśli nie zauważyliśmy tendencji zwisu wybieramy ten kierunek krążenia, który uważamy za najlepszy, opierając się np. na obserwacji podstawy chmur czy też rysunku terenu.

Przy startach podwójnych, we wznoszeniu powinien wyczepić się wcześniej szybowiec lecący na dłuższej lince, obierając kierunek krążenia (ze względów bezpieczeństwa) w stronę, którą zajmuje



Sęp startuje ze zbocza

w zespole, a więc jeśli leci jako prawy, to w prawą i odwrotnie. Szybowiec przedni wyczepić się może dopiero w odległości około 100 m od miejsca wyczepienia szybowca tylnego (ok. 5 sek. lotu) i po skręcie o 180° wejść w poprzednio napotkane wznoszenie, co jest łatwe ze względu na krążący już w nim szybowiec. Kierunek krążenia musi być taki sam, jak krążącego już szybowca.

Pozostaje jeszcze do omówienia kwestia prowadzenia zespołu przez pilota holowanego. Zdarza się bowiem, że piloci silnikowi (zwłaszcza nie latający na szybowcach) mimo posiadania uprawnień na holowanie niezbyt orientują się, czego wymaga od nich szybownik podczas startu na termikę. W wypadku takim, zwłaszcza jeśli pilotem holowanym jest zaawansowany szybownik, najprościej jest powierzyć

właśnie jemu kierownictwo zespołu. Poza tym umiejętność ta jest nam czasami przydatna podczas dłuższych lotów transportowych.

Prowadzenie zespołu jest rzeczą prostą, wymaga tylko przyjęcia jednolitych i prostych znaków umownych. I tak wyjście szybowca holowanego w lewo od linii lotu jest dla holownika sygnałem do wykonania zakrętu w prawo o 90°. Analogicznie sygnałem do zakrętu w lewo o 90° jest wyjście szybowca w prawo od linii lotu. W wypadku gdy chcemy wykonać zakręt o 180°, wyjście szybowca z linii lotu musi nastąpić dwa razy w tym samym kierunku (dwa zakręty o 90°). Natomiast jeśli zespół ma zmienić kierunek tylko o 45°, wychodzimy z linii lotu także dwa razy, lecz w różnych kierunkach. Od kolejności zależy kierunek zmiany kursu. Na przykład: lecimy po kursie 90° i chcemy zmienić kierunek lotu zespołu na 135°. Wychodźimy szybowcem w lewo od linii lotu, na co pilot holujący reaguje zmianą kursu na 180°. Następnie wyjście szybowca w prawo od linii lotu poucza go, że szybownik chce zmienić kurs tylko o połowę wartości wykonanego zakrętu, a więc o 45°. Rozumując w ten sposób możemy naprowadzić holownika na każdy żądany kurs. Pozornie sygnalizacja ta wydaje się uciążliwa, w praktyce jednak zwykle już po pierwszym naprowadzeniu, nawet mało doświadczony holownik domyśli się z wyglądu nieba celu zmiany kierunku.

Wszystkie inne znaki, jak machanie ręką itp. prowadzą zwykle do nieporozumień i nie powinno się ich stosować. Pozostałe kwestie, a więc maksymalna wysokość holowania, szybkość, rejon itd. powinni piloci uzgodnić między sobą przed lotem.*

3. Przelot

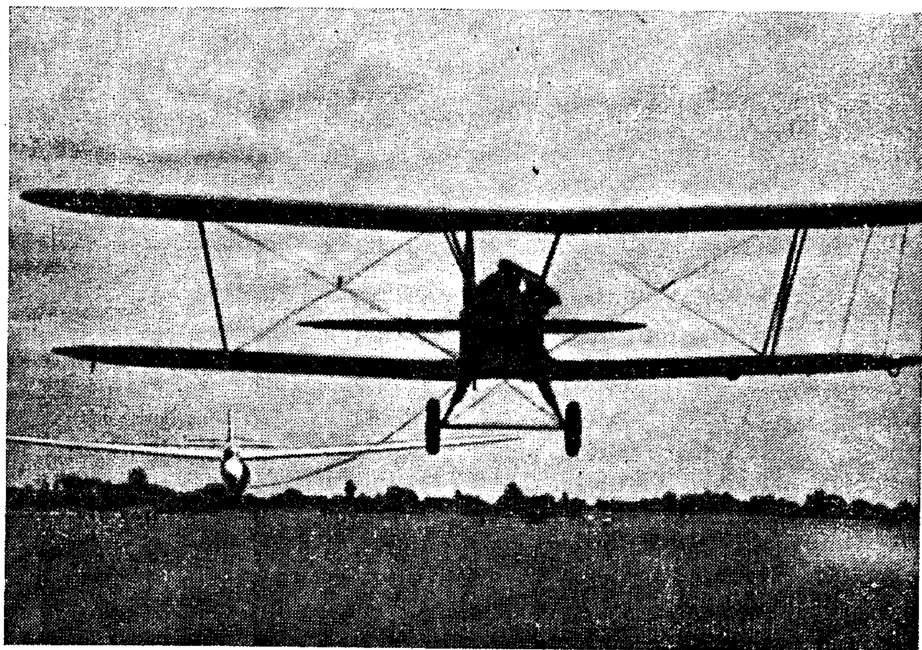
Przelot rozpoczyna się właściwie w chwili, gdy pilot po uzyskaniu pułapu lub wystarczającej wysokości wstępnej wyprowadza szybowiec z krążenia, oddalając się od lotniska w kierunku poprzednio obranego kursu (z ewentualną poprawką na wiatr lub błąd busoli). Jeśli nie ma chmur ani innych wskaźników wznoszenia, a wysokość jest dostateczna, najlepiej lecieć prosto, dokładnie po kursie, czekając na objawy wznoszenia. Gdy na niebie w kierunku lotu znajdują się chmury kłębiaste (Cu), należy wybrać jedną z nich leżącą możliwie na trasie i lecieć w jej kierunku.

Początkujący przelotowcy obliczają zwykle zbyt wysoko odległość chmur na trasie i wybierają chmury bliższe, choć położone obok trasy. Prowadzi to do lotu po linii łamanej i powoduje spadek szybkości przelotowej. Zwykle jednak po kilku takich „przeszkodach" pilot, ośmielony małą stratą wysokości, odważa się na przeskoki dalsze z mniejszymi odchyłkami od trasy.

* Patrz instrukcja o wykonywaniu lotów za samolotem.

Odległości kominów są przed południem najczęściej krótkie (średnio 2—3 km), po południu nieco wzrastają (5—8 km), w okresie zaś wieczornego zamierania termiki dochodzą do 20 km.

W locie prostym między kominami należy prowadzić szybowiec na zwiększonej szybkości. W ten sposób traci się wprawdzie więcej wysokości, lecz stratę tę odrabia się z nadwyżką przez wcześniejsze osiągnięcie następnego komina. Wzrost średnich wznoszeń pociąga za sobą zwiększenie najkorzystniejszej międzykominowej szybkości



Start na holu za samolotem

lotu, a w rezultacie zwiększenie własnej szybkości przelotowej *. Prowadzi to do oczywistego wniosku, że należy dążyć do uzyskania jak największego wznoszenia średniego w każdym kominie, tj. krążyć możliwie mało na słabych wznoszeniach, a wyszukiwać noszeń silniejszych. Zmusza to pilota do starannego centrowania każdego komina (to znaczy do krążenia możliwie w środku wznoszenia, gdzie prąd wstępujący jest najsilniejszy) oraz do rezygnowania ze słabnących czasami w górnej części komina wznoszeń. W takim wypadku

---

* Szczegółowe omówienie tych kwestii znajduje się w części pt. „Technika przelotu szybowcowego".

doświadczony pilot rezygnuje z dużej wysokości lotu i krąży do czasu dopóki wznoszenie nie zmaleje poniżej pewnej przyjętej wielkości (np. 2 m/sek.). W ten sposób kosztem zwiększonego ryzyka przedwczesnego lądowania osiąga on większą szybkość przelotową. Największe wznoszenia można zwykle osiągnąć wewnątrz chmur. Jednak wykorzystanie ich dla celów przelotowych możliwe jest jedynie po doskonałym opanowaniu lotu bez widoczności ziemi, ze specjalnym uwzględnieniem wyprowadzenia z krążenia na kurs. Zdarza się bowiem, że pilot posiadający miernie opanowany „ślepak" tyle traci czasu i wysokości na wyprowadzenie szybowca na właściwy kierunek, że nawet silne chmurowe wznoszenia nie są w stanie tego skompensować.

Lot po prostej między kominami odbywa się zwykle w zupełnie spokojnych warunkach. Każde naruszenie równowagi szybowca świadczy o bliskości strefy zaburzeń i wirów na granicy prądów wstępujących i opadających. Trzeba wówczas przede wszystkim zmniejszyć szybkość przez lekkie ściągnięcie drążka * i oczekiwać dalszych objawów wznoszenia, by w porę rozpocząć krążenie. Szybowiec w tym okresie zmniejsza na chwilę swe opadanie kosztem spadku szybkości. Jeśli w tym momencie wariometr wykaże wznoszenie, trzeba przyjąć to z pewną rezerwą pamiętając, że powodem tych wskazań może być chwilowe wznoszenie dynamiczne bez udziału prądu wstępującego (zwłaszcza gdy ściągnięciu drążka towarzyszyło otwarcie klap). Dopiero po ustaleniu szybkości można z tendencji wskazań wariometru wywnioskować, czy szybowiec znajduje się rzeczywiście w kominie. Duże także usługi oddaje nam tutaj „zmysł dotyku" naszego ciała. Przy odpowiednim doświadczeniu potrafimy z dużą dozą prawdopodobieństwa rozróżnić w ten sposób wznoszenie pochodzenia „drążkowego" od termicznego.

Czasami, zwłaszcza gdy przeskoki międzykominowe wykonujemy na dużej szybkości, wpadamy prawie bezpośrednio w obszar silnego wznoszenia. Postępując według wyżej opisanej metody zazwyczaj nie jesteśmy go w stanie wykorzystać (ustalenie szybkości nastąpić może poza obszarem wznoszenia). W takim wypadku wchodzimy bezpośrednio w krążenie, podciągając równocześnie energicznie szybowiec aż do ustalenia się odpowiedniej szybkości.

Rozpoczynając krążenie trzeba zarazem zadecydować o jego kierunku. Można sobie go wybrać z góry, nalatując na spodziewany komin tak, by mieć centrum wznoszenia z tej strony, w którą mamy zamiar krążyć. Pewniej jest jednak kierować się obserwacją zabu-

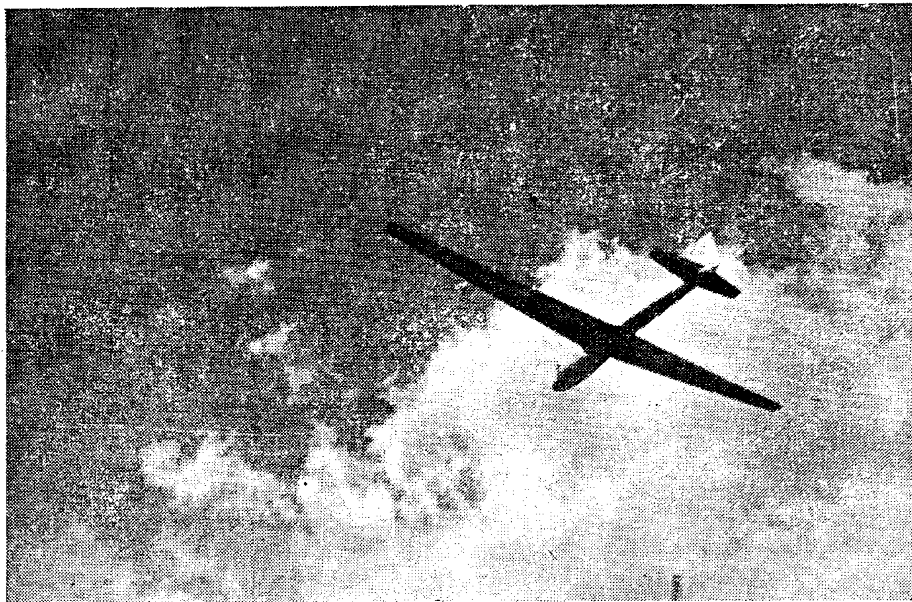
---

* W szybowcach wyposażonych w klapy trzeba także je otworzyć do położenia najkorzystniejszego w krążeniu.

Uwaga! Nie mylić klap z hamulcami aerodynamicznymi, które tak w potocznej mowie często, lecz nieprawidłowo nazywamy.

rzeń równowagi poprzecznej szybowca, analogicznie jak to opisane było przy omawianiu taktyki zaczepiania się.

Zwykle po pierwszym okrążeniu zachodzi potrzeba poprawy naszego położenia względem środka komina. Informuje nas o tym wariometr wykazujący okresowy spadek wznoszenia na pewnym odcinku okrążenia. Zależnie od wielkości wahań centrujemy komin przez odwracanie krążenia lub przez nachodzenie. Wybór metody zależy poza tym od zwrotności szybowca.



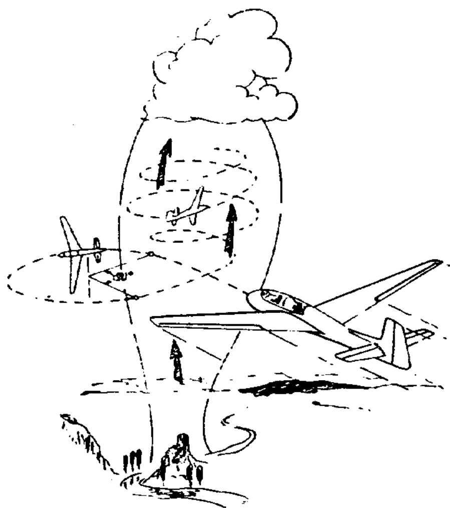
Mucha na przelocie

Centrowanie przez nachodzenie (pewniejsze, lecz mniej skuteczne) polega na wydłużaniu krążenia w kierunku przypuszczalnego środka wznoszenia (patrz rys. 2). Moment początku „nachodzenia" przypada około 90° przed maksymalnym obserwowanym na wariometrze (z uwzględnieniem jego opóźnienia) wznoszeniem. Całą operację, której dokładnie nie opisuję, gdyż jest zrozumiała na podstawie rysunku, powtarzamy aż do chwili ustalenia się wznoszenia na całym obwodzie okrążenia.

Gdy po wejściu w krążenie wahania wariometru są duże, a dysponujemy dostatecznie zwrotną maszyną, najszybciej można przesunąć się w kierunku środka komina, odwracając zdecydowanie kierunek krążenia w miejscu, w którym obserwujemy stale największe wznoszenie (patrz rysunek 3). Pierwsze okrążenie w nowym kierun-

ku należy wykonać możliwie ciasno. W wypadku dalszych wahań wznoszenia operację całą powtarzamy aż do skutku.

Dobór pochylenia i szybkości szybowca w krążeniu ustala pilot w zależności od charakteru wznoszenia oraz własności lotnych samego szybowca. Np. wąskie i silne wznoszenie wymaga dużego pochylenia w celu uzyskania małej średnicy okrążenia. Zwiększone opadanie własne szybowca kompensuje z nawiązką dobrze wykorzystany „komin".



Rys. 2. Centrowanie wznoszenia przez nachodzenie.

W analogicznych warunkach mniejsze pochylenie stosować możemy krążąc na zwrotnej Musze niż na szybkim Jastrzębiu.

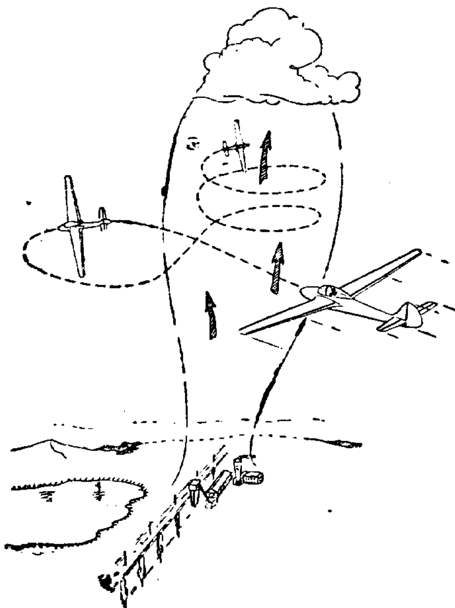
Szybkość krążenia dyktowana jest, poza charakterystyką szybowca i jego pochyleniem w krążeniu, także burzliwością samego wznoszenia. Jeśli jest ono duże, trzeba prowadzić szybowiec na nieco większej od normalnej szybkości (5—15 km/godz.) zależnie od nasilenia rzucań, co ułatwi nam bardzo utrzymanie się w obrębie wznoszenia (zwiększona sterowność).

Przy pewnej wprawie, którą nabywamy z łatwością w poprzedzających przelot lotach, dobór najkorzystniejszego przechylenia i szybkości w krążeniu nie przedstawia żadnej trudności.

Jeśli odległości międzykominowe są nieznaczne, nie opłaca się krążenie w każdym napotkanym kominie, zwłaszcza gdy wznoszenie jest słabsze niż przeciętne, a wysokość lotu zapewniająca bezpieczne jego kontynuowanie. Przelatując wówczas przez komin należy zmniejszyć szybkość aż do szybkości minimalnej szybowca, by w ten sposób zyskać jak najwięcej wysokości w locie prostym, co wpływa dodatnio na naszą szybkość przelotową. Z chwilą gdy wznoszenie zmaleje, trzeba ponownie przyspieszyć lot. W wypadku gdy pola wznoszeń układają się w pasy skierowane wzdłuż trasy (tzw. termika wietrzna), posiadamy możność prowadzenia szybowca na dłuższych odcinkach w locie prostym i to na szybkości zwiększonej do tego stopnia, by opadanie średnie* szybowca zrównoważyło wzno-

* Pod „opadaniem średnim" rozumiemy opadanie przeciętne na pewnym odcinku przelotu, podczas którego chwilowe opadanie szybowca mogło być od niego różne wskutek np. zmian szybkości lotu.

szenie szlaku chmur. Szybkość jest więc czynnikiem regulującym pośrednio wysokość lotu. Powinna być ona możliwie jak największa. Dla pilotów nie posiadających dostatecznego doświadczenia w lotach bez widoczności, wysokość tę ogranicza podstawa chmur, gdzie wznoszenia są dostatecznie duże przy utrzymanej jeszcze widoczności. Dla doświadczonego pilota, z dobrym przygotowaniem, wejście w chmury w poszukiwaniu jeszcze intensywniejszych wznoszeń nie jest groźne. Szlaki cumulusów rzadko bowiem ciągną się nieprzerwanie na przestrzeni większej niż 40 km, co umożliwia okresową kontrolę prawidłowości prowadzonej w chmurach nawigacji. Zupełnie podobnie postępuje się w czasie przelotu na burzy frontowej nie wchodząc jednak w walec burzowy. Niestety zjawiska te, pozwalające na uzyskanie szybkości przelotowej ponad 100 km na godzinę, występują u nas rzadko.



Rys. 3. Centrowanie wznoszenia przez odwrócenie krążenia.

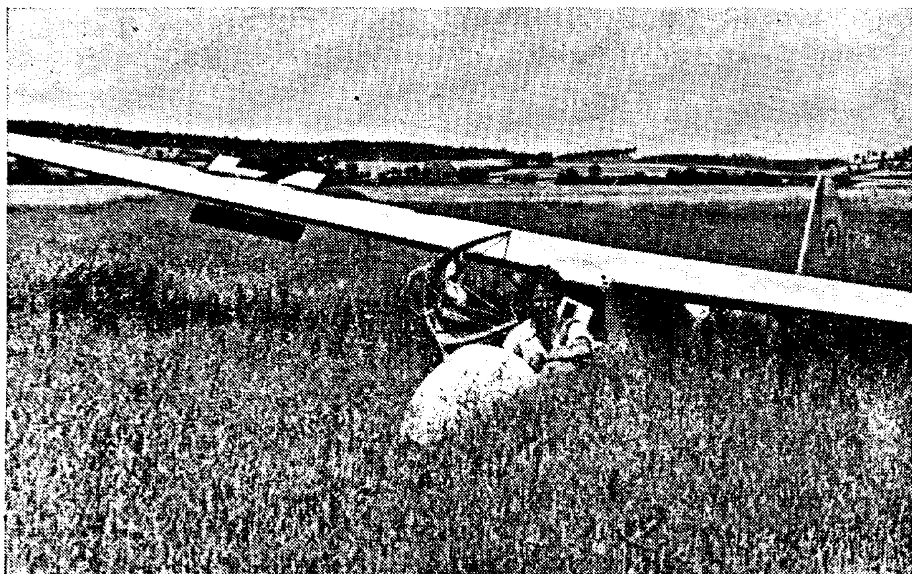
Nieraz podczas przelotu, zwłaszcza w dni o termice wypracowanej i skąpym zachmurzeniu, zdarza się, że pilot dociera do skraju wielkiego obszaru bezchmurnego, za którym znów widzi strzępki Cu. Jeśli nie można go ominąć, należy przed zapuszczeniem się weń uzyskać maksymalną wysokość w ostatnim wznoszeniu obszaru zachmurzonego i dalszy lot kontynuować na szybkości maksymalnego zasięgu (patrz „Technika przelotu szybowcowego"), aż do momentu napotkania następnego wnoszenia.

Pomijając zupełnie nawigację, w kwestiach której odsyłam czytelnika do części pt. „Nawigacja szybowcowa", przechodzę do omówienia lądowania i lądowisk.

Szybownik w swej powietrznej wędrówce nie zawsze dotrze do zamierzonego celu. Uwzględniając to, skoro tylko wysokość lotu spadnie poniżej 500—600 m ponad teren, pilot winien zacząć szukać w kierunku lotu dogodnego lądowiska, by nie stanąć wobec konieczności lądowania w terenie zupełnie się do tego nie nadającym. Czasem przelatuje on jeszcze wiele kilometrów „skacząc" na małej wysokości od jednego lądowiska do drugiego. Dopiero w takiej sytu-

acji oceniamy korzyści, jakie nam daje dokładne przygotowanie trasy, a ściślej mówiąc ewentualnych przygodnych lądowisk.

Dogodnymi lądowiskami są długie pasy suchych łąk lub pól o jednolitej uprawie, pozbawione rowów, dróg poprzecznych itp. przeszkód. Wysokie zboża tylko w ostateczności mogą służyć do tego celu. W wypadku startu za samolotem należy przewidzieć odpo-



... zboża tylko w ostateczności mogą służyć do tego celu

wiednią długość lądowiska (200—400 m zależnie od siły i kierunku wiatru, a także od ciężaru szybowca) oraz wybieg pozbawiony drzew i zabudowań. Jeśli liczymy tylko na transport samochodem, sprawa jest łatwiejsza. Pole bowiem nadające się do bezpiecznego wylądowania szybowca można znaleźć bez większych trudności nawet w terenie górskim. Jednak wtedy ważną jest bliskość możliwie dobrej drogi dojazdowej. Lądowiska podmiejskie nie są zbyt korzystne ze względu na napływ tłumów ciekawych, którzy utrudniają pilnowanie szybowca, a zwłaszcza lądowanie samolotu. Dogodniejsze pod tym względem są okolice mniejszych miasteczek lub wiosek, w pobliżu których można znaleźć telefon oraz w wypadku koniecznym pomieszczenie dla zdemontowanego szybowca. O istnieniu w danym osiedlu połączenia telefonicznego możemy z łatwością przekonać się już w czasie lotu, obserwując przebieg linii telefonicznej

Szybownik lądując zwracać musi uwagę na wszystkie szczegóły, nawet na takie, jak odcień zieleni informujący go o podłożu lądowiska.

Samo lądowanie należy przeprowadzić pod wiatr, którego kierunek wskazują dymy z kominów albo listowie drzew. Wyjątek stanowi teren falisty, w którym trzeba lądować pod stok dla skrócenia dobiegu.

4. Na przygodnym lądowisku

Fakt lądowania szybowca czy samolotu stanowi zwykle atrakcję dla miejscowej ludności, która często po raz pierwszy z tak bliska spotyka się z lotnictwem. Zgromadzeni, a szczególnie młodzież zazwyczaj bardzo chętnie deklarują swoją pomoc i naprawdę bezinteresowną pracę związaną z zabezpieczeniem szybowca. Chętnym trzeba jednak zawsze objaśnić jak należy obchodzić się z tak delikatną konstrukcją jaką jest szybowiec. Unika się wtedy większości przypadkowych uszkodzeń.

Pierwszą czynnością pilota na przygodnym lądowisku jest zluźnienie gumek spadochronu i zapakowanie go w pokrowiec, po czym można nim obciążyć skrzydło w celu prowizorycznego zabezpieczenia szybowca przed wiatrem. Następnie należy zatrzymać barograf i schować go w bezpiecznym miejscu, gdzie nie będzie mu groziło uszkodzenie.

Jeśli lądowanie nastąpiło na polu uprawnym, trzeba przy pomocy pierwszych widzów usunąć szybowiec na miedzę lub pastwisko, aby uniknąć dalszych szkód przez wydeptanie pola. Teraz można ustalić i wkreślić na mapę miejsce lądowania i przeprowadzić pomiar odległości przelotu, wreszcie zorientować się w możliwości uzyskania połączenia telefonicznego z lotniskiem.

Przed opuszczeniem szybowca należy go zabezpieczyć przed przypadkowym uszkodzeniem przez nieostrożnych widzów lub pasące się bydło. Poleca się w tym celu ustawić go tak, by ogon szybowca był możliwie niedostępny, tj. osłonięty przez krzaki, płot czy parkan lub podniesiony na wysokość około 1 m. Skrzydła nie należy kłaść bezpośrednio na ziemi, gdzie mogłoby być przypadkiem zdeptane, lecz oprzeć je na wiązce słomy lub jakimkolwiek innym przedmiocie o wysokości przynajmniej ½ m. Jeżeli przy tym zachodzi potrzeba przetransportowania szybowca w pobliże drzew lub zabudowań, najlepiej wówczas korzystać z pomocy młodych widzów, którzy pociągną szybowiec po płozie lub kółku za pomocą sznura zaczepionego o hak szybowca. Przed odejściem trzeba jeszcze zamknąć spadochron w kabinie, a skrzydło zabezpieczyć w inny sposób, np. za pomocą wspomnianego sznura, następnie osłonić dyszę szybkościomierza pokrowcem lub nawet chusteczką.

Po takim zabezpieczeniu szybowca należy wyszukać odpowiednie lądowisko dla samolotu. Jeżeli miejsce lądowania szybowca nie nadaje się do tego celu, trzeba zorientować się, czy w promieniu kilku kilometrów nie ma innych lądowisk i takowe dobrze oglądnąć* korzystając np. z pożyczonego roweru. Dopiero po wkreśleniu wybranego lądowiska na mapę można zamówić rozmowę telefoniczną z najbliższego aparatu zaznaczając, że chodzi o rozmowę bezpłatną uprzywilejowaną, tzw. „na ratunek". Meldunek telefoniczny musi być lakoniczny, ale wyczerpujący. Wymieniać należy tylko miejscowości oznaczone na mapie. Oto dwa przykłady: „Pilot X wylądował w Kruszynie, 21 km w kierunku 27° od Częstochowy, przy drodze z Kłomnic do Borowa. Przysłać samolot. Lądowisko na pastwisku, między wsią a lasem, z północnej strony wsi. Lądowisko jest suche i będzie oznaczone ogniem i literą „T".

Pilot Y wylądował we wsi Zalas, 6 km na południe od Krzeszowic, woj. krakowskie. Przysłać wóz transportowy. Dojazd przez Krzeszowice.

Po złożeniu meldunku należy zameldować się u miejscowych władz celem pobrania zaświadczenia z przelotu (w 2 egzemplarzach), zapewnienia sobie pomocy przy przygotowaniu lądowiska oraz dopilnowania bezpieczeństwa w czasie lądowania samolotu i startu zespołu.

Z kolei trzeba pomyśleć o ewentualnym transporcie szybowca na przewidziane lądowisko i to możliwie w całości, tj. bez demontażu. Zależnie od terenu i odległości można się tu posłużyć wspomnianym wyżej sznurem do ciągnięcia szybowca po płozie lub kółku, długim drągiem do przenoszenia na rękach przez 10—20 osób, wreszcie lekkim wózkiem dwukołowym. Przy bardziej skomplikowanym transporcie trzeba nieraz kombinować wszystkie powyższe sposoby.

Nie zawsze wraca się z przelotu tego samego dnia; wówczas szybowiec i pilot spędzają noc poza lotniskiem. Demontowanie maszyny w celu jej złożenia, np. w stodole, trzeba traktować jako ostateczność w przewidywaniu burzy lub długotrwałego deszczu. Normalnie szybowiec spędza noc pod gołym niebem bez jakiejkolwiek szkody, należy go tylko ustawić w miejscu osłoniętym od wiatru, zakotwiczyć w trzech punktach (płoza, ogon, skrzydło) i pilnować. Pilnować mogą strażnicy wyznaczeni np. przez sołtysa. Dla szybowca najkorzystniejsza jest oczywiście opieka samego pilota, który może rozłożyć sobie wygodne legowisko na słomie pod skrzydłem.

* Niedoświadczeni szybownicy często zbyt lekkomyślnie wzywają samolot holujący, będąc w ten sposób współwinnymi częstych uszkodzeń sprzętu motorowego przy lądowaniu w przygodnym terenie, a w najlepszym wypadku narażając na niepotrzebne zużycie paliwa. W sytuacjach wątpliwych trzeba więc starannie wymierzyć krokami lądowisko, co przy znajomości takich czynników, jak ciężar szybowca, wiatr, twardość terenu, rodzaj podejścia i wybiegu, pomoże nam w powzięciu trafnej decyzji.

Niejednokrotnie lądowisko trzeba przygotować, to jest usunąć przeszkody (druty kolczaste, krzaki, kopki siana, większe kamienie) i wytyczyć na nim linię lądowania. W pobliżu przygotowuje się wiązkę słomy lub chrustu, którą zapala się z chwilą zbliżania się samolotu. Ułatwia to pilotowi odszukanie lądowiska, wskazuje na kierunek i szybkość wiatru. Należy zaznaczyć, że przy wykładaniu litery „T" na przygodnym lądowisku jej cel i znaczenie jest nieco inne niż normalnie na lotnisku. Ramię bowiem poprzeczne litery określa w



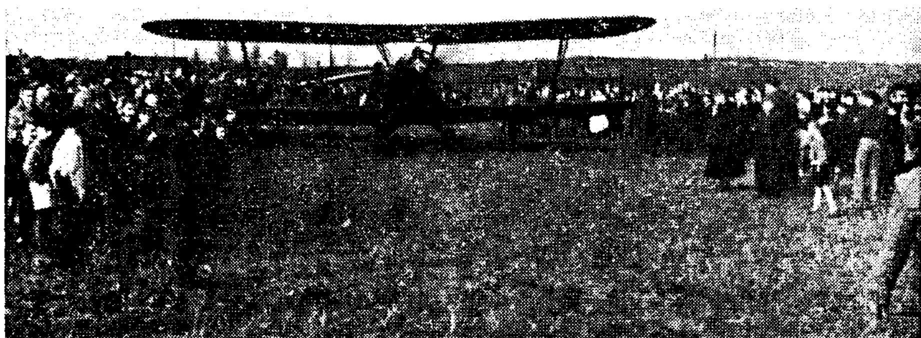
...najlepiej korzystać z pomocy małoletnich widzów, którzy z wielkim zapałem pociągną szybowiec...

tym wypadku miejsce, w którym lądujący samolot może najwcześniej dotknąć kołami ziemi. Kierunek wyłożenia litery (zależy od wiatru, głównie jednak od lokalnych warunków terenowych) sugeruje lądującemu pilotowi kierunek podejścia, który może on zresztą zmienić według własnego uznania. Czasami mamy trudności z uzyskaniem materiału (nawet gazet) do ułożenia litery „T". Rolę jej spełnia wtedy odpowiednio ustawiony szybowiec. Opuszczone skrzydło (koniecznie dobrze zabezpieczone) wskazuje stronę, po której winien lądować samolot.

Zdarza się, że lądowisko posiada na dobiegu przeszkodę (rów, podmokły teren itp.), która tylko w wypadku bezbłędnego lądowania nie jest groźną. W takich okolicznościach wskazane jest, by

szybownik w momencie lądowania samolotu stał kilkanaście metrów przed przeszkodą, gdyż często w krytycznym momencie przytomne złapanie za płat ratuje szczęśliwie sytuację.

Podczas lądowania i kołowania samolotu wszyscy widzowie muszą być skupieni w jednym miejscu, np. koło szybowca, lądowisko zaś musi być bezwarunkowo wolne. W razie większej ilości zgromadzonych szybownik musi skorzystać z pomocy władz lub kilku poprzednio pouczonych energicznych osób dla zapewnienia bezpieczeństwa.



Ostrożnie! — startujemy z przygodnego lądowiska

Przy kołowaniu samolotu szybownik odprowadza go trzymając za skrzydło i wskazuje pilotowi kierunek kołowania.

Start powrotny wymaga również bardzo troskliwego przygotowania, aby uniknąć wypadków. Czasem korzystnie jest zrezygnować zupełnie z kołowania, a raczej przy pomocy widzów przetoczyć samolot. Przed zapuszczeniem silnika samolot i szybowiec powinny znajdować się na linii startu w odległości rozwiniętej linki, którą można już zaczepić na zaczep samolotu pozostawiając drugi koniec wolny obok szybowca.

Rolę podstawek pod koła samolotu spełnia kilku wybranych i pouczonych mężczyzn, przytrzymujących samolot za końce skrzydeł. Po zarzuceniu śmigła szybownik pozostaje przy samolocie aż do za-

grzania silnika, po czym odprawia wszystkich pomocników i po sprawdzeniu zupełnego bezpieczeństwa na linii startu odchodzi do szybowca. Teraz pozostaje mu już tylko założyć poprzednio przygotowany spadochron, zaczepić linkę, wreszcie wsiąść i przypasać się w kabinie. Podtrzymanie skrzydła szybowca w czasie startu trzeba powierzyć jednemu z widzów, polecając mu biec nie więcej niż 10—15 kroków. Należy pokazać mu sposób trzymania i wypuszczenia skrzydła z ręki. Wyraźny sygnał szybownika z kabiny, oznaczający jego zupełną gotowość do lotu, jest sygnałem startu.

Część II

TECHNIKA PRZELOTU SZYBOWCOWEGO

1. Biegunowa szybkości

Punktem wyjściowym dla większości rozważań dotyczących techniki przelotowej jest biegunowa szybkości. Przy jej pomocy określamy najkorzystniejszą dla danej chwili szybkość lotu. Im sprawniej będziemy umieli się nią posługiwać, tym pewniej rozwiążemy wszelkie zagadnienia wyłaniające się przed nami w czasie przelotu.

Podczas lotu nie trudno zauważyć, że szybkość oraz opadanie własne szybowca są ze sobą ściśle związane. Ogólnie możemy powiedzieć, że małym szybkościom lotu odpowiadają małe wartości opadań i odwrotnie; mówiąc ściślej, wartość opadania spada przy zmniejszaniu szybkości tylko do pewnego minimum, a następnie zaczyna wzrastać. Dalsze wytracanie szybkości doprowadza do stanu, w którym siła nośna nie wystarcza, by utrzymać szybowiec w locie ustalonym. Szybowiec początkowo przepada, a następnie „zwala się". Zjawisku temu towarzyszy zupełna niesterowność. Wyprowadzenie do lotu normalnego może nastąpić dopiero po ponownym nabraniu szybkości. Szybkość lotu, odpowiadająca najmniejszemu opadaniu własnemu szybowca, nazywamy s z y b k o ś c i ą e k o n o m i c z n ą (*V*ek); najmniejszą szybkość, przy której jest jeszcze możliwy ustalony lot prosty, s z y b k o ś c i ą m i n i m a l n ą (*V*min). Krzywa obrazująca omówione zmiany, zwana biegunową szybkości (lub też biegunową opadania, przedstawiona jest na rys. 4.

Określenie przyjętych symboli:

V — szybkość lotu (przyrządowa)

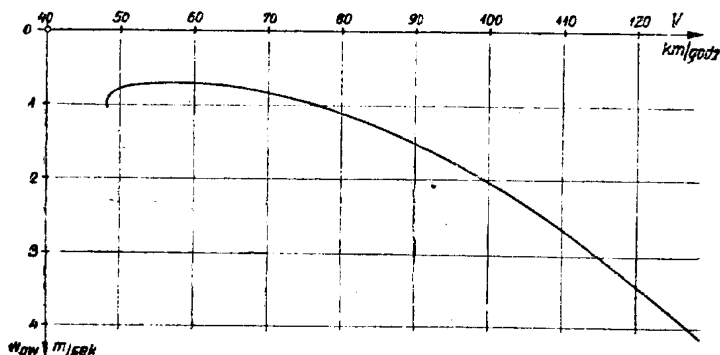
V_{ek} — szybkość ekonomiczna

V_{min} — szybkość minimalna

w_{ow} — opadanie własne szybowca.

Na osiach układu biegunowej szybkości nanosi się: na osi poziomej — wartości szybkości lotu (V), na pionowej — opadania własne (w_{ow}). Z wykresu widzimy, że jednej wartości opadania mogą odpowiadać dwie szybkości lotu, np. wartość w_{ow} = 0,78 m/sek. występuje zarówno przy szybkości 50 km/godz., jak i 65 km/godz.,

jednak kąt toru lotu jest w obu wypadkach zupełnie inny. Przy szybkości lotu 65 km/godz. będzie on znacznie łagodniejszy. W wypadku idealnie spokojnej atmosfery kąt lotu ślizgowego ściśle wiąże się z doskonałością szybowca. Mucha-ter posiada największą doskonałość przy szybkości 63 km/godz. Szybkość tę nazywamy optymalną (V_{opt}). Posiadając biegunową możemy znaleźć wartość tej szybkości przez wykreślenie stycznej z początku układu (punkt $V = 0$; $w_{ow} = 0$).

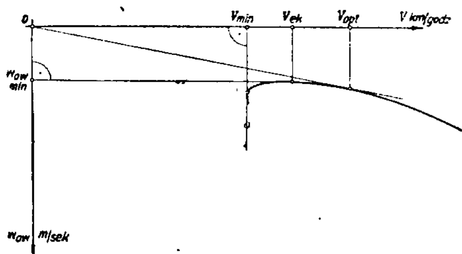


Rys. 4. Biegunowa szybkości szybowca „Mucha-ter".

Otrzymany punkt styczności określa nam szukaną szybkość (rys. 5). Podobnie możemy wyznaczyć szybkość ekonomiczną.

W tym celu przeprowadzamy styczną równoległą do osi szybkości. Punkt styczności jest punktem biegunowej leżącym najbliżej wspomnianej osi, musi zatem odpowiadać minimalnemu opadaniu.

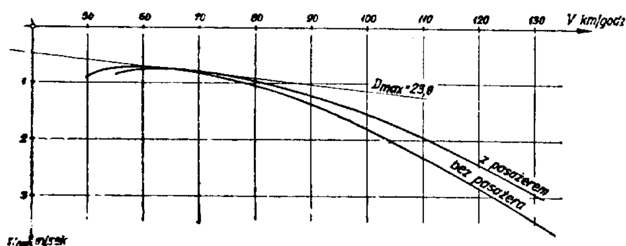
Czasami zdarza się, że wartości opadania wykazane na dostępnej nam biegunowej nie odpowiadają rzeczywistości, bowiem w dużej ilości wypadków do opisu szybowca dołączony zostaje wykres biegunowej szybkości uzyskany drogą obliczeń (nie zgadzający się z jego rzeczywistymi osiągami). Również podawanie biegunowych prototypów wykonywanych ze szczególną starannością prowadzi do błędnych wniosków. W praktyce możemy posługiwać się tylko wykresami sporządzonymi na podstawie lotów pomiarowych szybowca podchodzącego z danej serii. W wypadku przeciwnym nie potrafimy w pełni wykorzystać własności szybowca.



Rys. 5. Punkty charakterystyczne biegunowej szybkości.

Opinia niektórych pilotów, jakoby opadania rzeczywiste przekraczały znacznie odpowiednie wartości z biegunowej, spowodowana jest błędnym tłumaczeniem wskazań wariometru zaobserwowanych w pewnych etapach lotu. Odczytując wartości wskazywane przez przyrządy pokładowe musimy pamiętać, że tylko wtedy posiadają one dla nas jakiś sens, gdy szybowiec znajduje się w locie ustalonym. Np. w czasie „poduszenia" szybowca do szybkości 100 km/godz. możemy zauważyć opadania rzędu 3 do 5 m/sek. Wielkość wskazań zależna będzie od prędkości rozpędzania szybowca (od jego przyspieszenia). Wskazana przez wariometr cyfra nie ma nic wspólnego z rzeczywistym opadaniem szybowca, które przy szybkości 100 km/godz. winno wynosić wg biegunowej np. dla Muchy-ter 2,02 m/sek. Nadmierne opadanie spowodowane jest przejściowym zwiększeniem kąta toru lotu w celu rozpędzenia szybowca. Obserwując w dalszym ciągu wariometr będziemy mogli stwierdzić, że wraz z ustalaniem się szybkości lotu wskazówka jego powraca do wartości zgodnej z biegunową.

Biegunowe szybkości szybowców dwumiejscowych publikowane są dla ciężaru w locie z jednym lub z dwoma pilotami. Wzrost obciążenia powoduje przesunięcie się biegunowej w kierunku większych szybkości. Prosta odpowiadająca największej doskonałości pozostaje przy tym styczną do obu krzywych. Powodem tego jest niezależność doskonałości od ciężaru w locie.



Rys. 6. Biegunowe szybowca „Żuraw".

Opadanie i szybkość lotu nie zmieniają się proporcjonalnie. Wraz ze wzrostem szybkości biegunowa staje się coraz bardziej stroma. Dla lepszego zrozumienia przebiegu tej zależności w zakresie dużych szybkości lotu korzystniej jest posługiwać się wykresem biegunowej wyznaczonym w innym niż dotychczas układzie.

W tym celu na osi poziomej nanosimy nie szybkość lotu, lecz jej składową poziomą (V_h). Stromość wykresu wzrasta teraz prędzej, aż wreszcie osiąga kierunek prostopadły. Ten punkt biegunowej odpowiada największej horyzontalnej składowej szybkości lotu. Na szybowcach wyczynowych nie osiągamy go nigdy, ponieważ leży on

w zakresie szybkości nie stosowanych w praktyce. Z tego samego powodu normalnie publikowane biegunowe nie są tak daleko doprowadzone. Biegunowa szybkości (w układzie w_{ow}, V_h) wykreślona poza ten punkt zakrzywia się w kierunku mniejszych szybkości. Szybkość lotu wprawdzie nadal wzrasta, jednak jej składowa pozioma z uwagi na przejście w lot nurkowy jest coraz mniejsza. Następujące zakrzywienie krzywej ku górze odpowiada lotowi plecowemu.

2. Doskonałość i zasięg

Na wstępnym kursie wyszkolenia lotniczego przyzwyczailiśmy się określać doskonałość szybowca stosunkiem przelecianej odległości do wysokości potrzebnej na wykonanie tego przelotu $\left(\frac{S}{h}\right)$. Aerodynamika posiada inne zdefiniowanie doskonałości i określa ją jako stosunek wyporu działającego na powierzchni nośnej do oporu płatowca podczas lotu.

$$\left(\frac{P_z}{P_x} \text{ lub po podstawieniu i uproszczeniu } \frac{c_z}{c_x}\right).$$

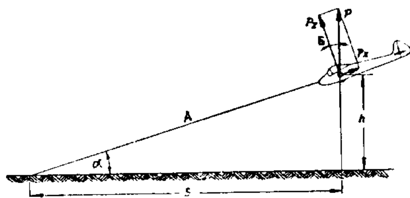
$$D = \frac{c_z}{c_x}$$ gdzie D oznacza doskonałość.

Obydwie przytoczone definicje, które dobrze spełniają swe zadanie w podstawowym szkoleniu, stają się niestety przy dokładniejszym ich zbadaniu niezupełnie zgodne. Konieczność rozważania sprawy dolotu szybowca z uwzględnieniem wpływu wiatru oraz prądów pionowych powoduje niezbędność wprowadzenia nowego pojęcia — zasięgu.

Zasięg jest to stosunek odległości (względem ziemi), którą szybowiec może przelecieć, do wysokości, którą na to zużył *.

Zasięg jest to stosunek odległości (względem ziemi), którą szybowiec może przelecieć, do wysokości, którą na to zużył *.

$$Z = \frac{S}{h}$$ gdzie Z oznacza zasięg.



Rys. 7. Zasięg szybowca podczas lotu w powietrzu nieruchomym.

Definicja zasięgu szybowca pokrywa się całkowicie z pierwszym

* Pojęcie zasięgu znajduje zastosowanie również i w lotnictwie silnikowym. Jedyną różnicą jest, że zasięg szybowca rozumiemy w odniesieniu do wysokości, natomiast zasięg samolotu określa odległość, którą może on przelecieć z uwagi na zużycie i posiadany zapas paliwa.

określeniem doskonałości; ze zdefiniowaniem aerodynamicznym jest ona zgodna tylko w warunkach lotu w powietrzu nieruchomym (rys. 7).

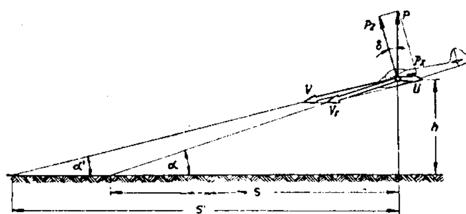
Określenie przyjętych symboli:

P_z — siła nośna
P_x — siła oporu
P — wypadkowa siła aerodynamiczna
S — przeleciana odległość
α — kąt toru lotu
δ — kąt doskonałości.

Widzimy, że siła P jest prostopadła do odległości S, natomiast siła P_z do odcinka A toru lotu; możemy zatem powiedzieć, że trójkąt sił określony przez P_x, P_z, P oraz trójkąt odległości o bokach h, S, A, są do siebie podobne, a odpowiednie kąty równe. Kąt doskonałości jest zatem równy w tym wypadku kątowi toru lotu. Analogicznie zachodzi równość stosunków odpowiednich boków.

$$\frac{P_z}{P_x} = \frac{S}{h}$$

Otrzymane równanie łączy definicje doskonałości i zasięgu, jest ono jednak słuszne tylko przy założeniu braku wpływu wiatru i prądów pionowych. W wypadku lotu rzeczywistego wpływ ten zmienia kierunek szybkości własnej szybowca (V), tak że przestaje pokrywać się ona z jego torem lotu względem ziemi, a kierunki sił tracą poprzednią prostopadłość do boków trójkąta odległości. Podobieństwo trójkątów przestaje więc istnieć i otrzymane poprzednio równanie traci swą ważność.



Rys. 8. Zasięg szybowca podczas lotu pod wiatr.

Rozkład sił i szybkości przy założeniu wiatru czołowego przedstawiony jest na rys. 8.

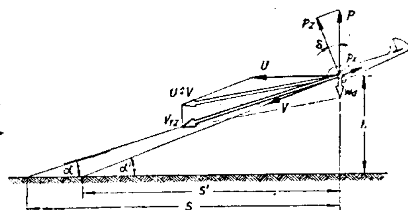
Określenie przyjętych symboli:

S' — pozorna odległość lotu ślizgowego
α' — pozorny kąt toru lotu
U — szybkość wiatru
V_r — szybkość rzeczywista szybowca (względem ziemi).

Szybkość wiatru (U) oraz szybkość własna szybowca (V) złożone geometrycznie dają wektor określający szybkość szybowca wzglę-

dem ziemi (V_r). Kierunek tego wektora pokrywając się z torem lotu wyznacza osiągalną odległość S. Otrzymany w ten sposób trójkąt odległości nie ma nic wspólnego z trójkątem sił. Widzimy, że w rozważanym przypadku zasięg rzeczywisty $\left(\frac{S}{h}\right)$ jest znacznie mniejszy od wynikającego z doskonałości szybowca zasięgu pozornego $\left(\frac{S'}{h}\right)$. Doskonałość szybowca pozostała mimo tej nierówności taka sama, a to dlatego, że wielkości sił P_z, i P_x nie uległy żadnym zmianom.

Rys. 9 pokazuje rozkład szybkości szybowca lecącego z tylnym wiatrem w prądzie duszącym. Celem określenia zasięgu rzeczywistego dodajemy geometrycznie wszystkie trzy szybkości składowe*. Ze względu na przyjęte tu silniejsze od duszeń działanie wiatru, zasięg pozorny pozostaje mniejszy. Wypadki lotu w warunkach wiatru albo prądów pionowych, rozpatrywane poprzednio, wykazują wyraźnie niemożność objęcia zasięgu szybowca pojęciem doskonałości. Ruch powietrza, w którym odbywa się lot, może zmienić jedynie osiągalny przez nas zasięg, nie ma jednak wpływu na doskonałość szybowca. Ta ostatnia określona raz stosunkiem sił $\frac{P_z}{P_x}$ jest niezależna od warunków zewnętrznych. Różnice jej mogą być spowodowane jedynie zmianami sił P_z i P_x, np. przez zmianę szybkości własnej szybowca (a zatem kąta natarcia, na którym odbywa się lot).



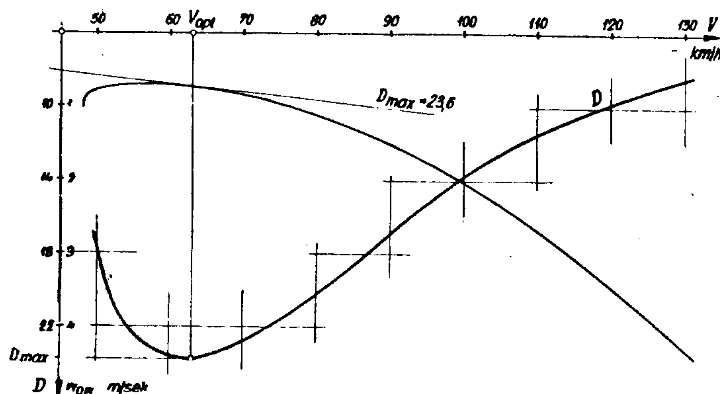
Rys. 9. Zasięg szybowca podczas lotu w duszeniu z wiatrem.

Zmienność doskonałości szybowca Mucha-ter w zależności od szybkości lotu uwidoczniona jest na rys. 10.

Szybkość największego zasięgu (V_z) możemy wyznaczyć za pomocą wykresu biegunowej, podobnie jak szybkość optymalną. Różnica będzie polegała jedynie na tym, że szybkość V_z zmienia się zależnie od istniejących warunków i dlatego punkt, z którego wyprowadzamy styczną do krzywej, będzie zmieniał swe położenie. W celu łatwiejszego zrozumienia odpowiednich konstrukcji przyjmijmy biegunową szybkości w układzie w_{ow}, V_h, w którym winny one być, ściśle biorąc, przeprowadzane. Zazwyczaj używa się jednak zwykłych wykresów biegunowej, które są dla zakresu szybkości prak-

* Szybkość prądu duszącego w_d winna być wyrażona w tych samych jednostkach, co V i U (np. km/h).

tycznie stosowanych zupełnie wystarczające. Dla przykładu przekonajmy się, jaka jest różnica między szybkością lotu 130 km/godz. a jej składową poziomą dla szybowca Mucha-ter. Doskonałość Muchy wynosi przy tej szybkości $D_{v=130} = 8{,}5$ kąt toru lotu $L_{v=130} \cong 6^\circ\ 40'$.



Rys. 10. Wpływ szybkości na doskonałość szybowca (Mucha-ter)

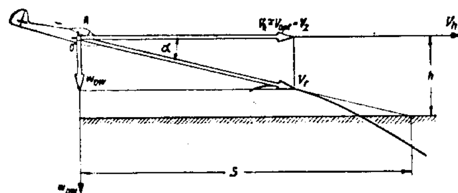
Szybkość horyzontalna

$$V_h = V \cdot \cos \alpha = 130 \cdot 0{,}9932 = 129 \text{ km/godz.}$$

Mimo że do sprawdzenia przyjęliśmy szybkość stosunkowo dużą, to jednak różnica wynosi tylko 1 km/godz. Jest ona dla nas zupełnie bez znaczenia, ponieważ błędy wskazania i odczytu przyrządów częstokroć wynoszą znacznie więcej.

Dla warunków lotu w idealnie spokojnym powietrzu styczną wyprowadzamy z początku układu ($w_{ow} = 0$, $V_h = 0$).

Szukaną szybkość określa nam punkt styczności. Gdyby opadanie własne zostało naniesione na osi w_{ow} wykresu w tych samych jednostkach, co szybkość horyzontalna szybowca, wtedy kąt zawarty między osią V_h a styczną byłby kątem toru lotu. Wynika to z podobieństwa otrzymanego trójkąta szybkości do poznanego poprzednio trójkąta odległości (zakładamy lot w powietrzu nieruchomym). Otrzymany punkt styczności wyznacza nam szybkość odpowiadającą najmniejszemu kątowi toru lotu, a więc największemu zasięgowi, w

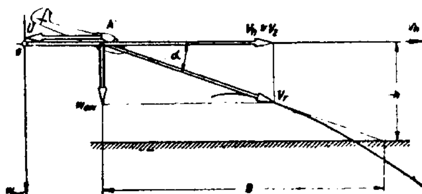


Rys. 11. Określanie szybkości największego zasięgu dla lotu w powietrzu nieruchomym

tym wypadku równemu doskonałości. Jeżeli szybkość opadania własnego przyjmiemy na wykresie w skali odmiennej, wtedy między kątem otrzymanym a występującym w rzeczywistości będzie zachodziła prosta proporcjonalność. Różnica ta nie wprowadza istotnych zmian, gdyż również w tym wypadku najmniejszej wartości otrzymanego kąta odpowiada największy zasięg.

Spróbujmy znaleźć szybkość, przy której można uzyskać największy zasięg w locie pod wiatr.

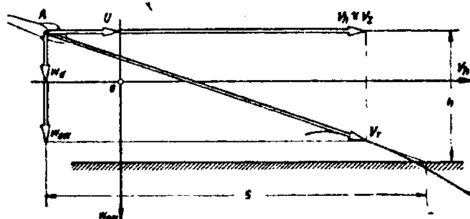
Rozkład szybkości wkreślony w układ biegunowej pokazany jest na rys. 12.



Rys. 12. Określanie szybkości największego zasięgu w locie pod wiatr.

Trójkąt szybkości utworzony jest przez wektory w_{ow}, V_r oraz $(V_h - U)$. Kąt α, zawarty między poziomą składową szybkością lotu a szybkością względem ziemi, jest rzeczywistym kątem toru lotu szybowca. Przyjmie on najmniejszą wartość w wypadku pokrycia się wektor V_r ze styczną do krzywej. Warunkiem powstania opisanego trójkąta jest wyprowadzenie stycznej z punktu (A) określonego szybkością wiatru. W ten sposób szybkość wiatru zostaje odjęta od składowej poziomej szybkości lotu. Powstały wektor $V_h - U$ jest bokiem trójkąta.

Wykreślne wyznaczenie szybkości największego zasięgu w wypadku lotu szybowca przy równoczesnym działaniu prądu zstępującego i wiatru tylnego oraz rozkład odpowiednich szybkości pokazany jest na rysunku 13. Dodawanie par wektorów U i V_h oraz w_d i w_{ow} jest tutaj bardzo proste ze względu na zgodne kierunki ich działania.

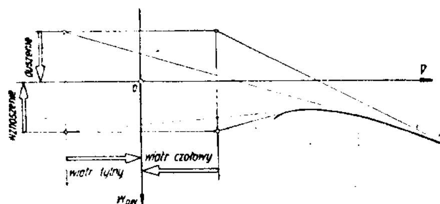


Rys. 13. Określanie szybkości największego zasięgu przy równoczesnym działaniu wiatru (tylnego) i prądu pionowego (opadania).

Widzimy, że powstanie trójkąta szybkości oraz zachowanie kąta α wymaga, aby styczna, na której leży wektor V_r, została wyprowadzona z punktu (A) określonego szybkościami U oraz w_d.

Wykreślenie stycznej do biegunowej dla różnych kombinacji wiatru i prądów pionowych jest przedstawione na rys. 14. Dla osiągnięcia największego zasięgu w warunkach wiatru czołowego lub dusze-

nia musimy zwiększyć szybkość lotu. Odwrotnie należy postępować, gdy lecimy z tylnym wiatrem lub gdy przelatujemy przez obszar wznoszenia. Jeżeli wielkość prądu wznoszącego osiągnie wartość opadania własnego szybowca (wskazanie wariometru równe 0), kąt toru lotu wyniesie 0°, a zasięg wzrośnie do nieskończoności. Przy dalszym wzroście wznoszenia pojęcie zasięgu traci swój sens, szybowiec bowiem zaczyna się wznosić. Zastosowanie w tym wypadku szybkości otrzymanej przez przeprowadzenie stycznej daje nam tor lotu najbardziej stromo skierowany ku górze.



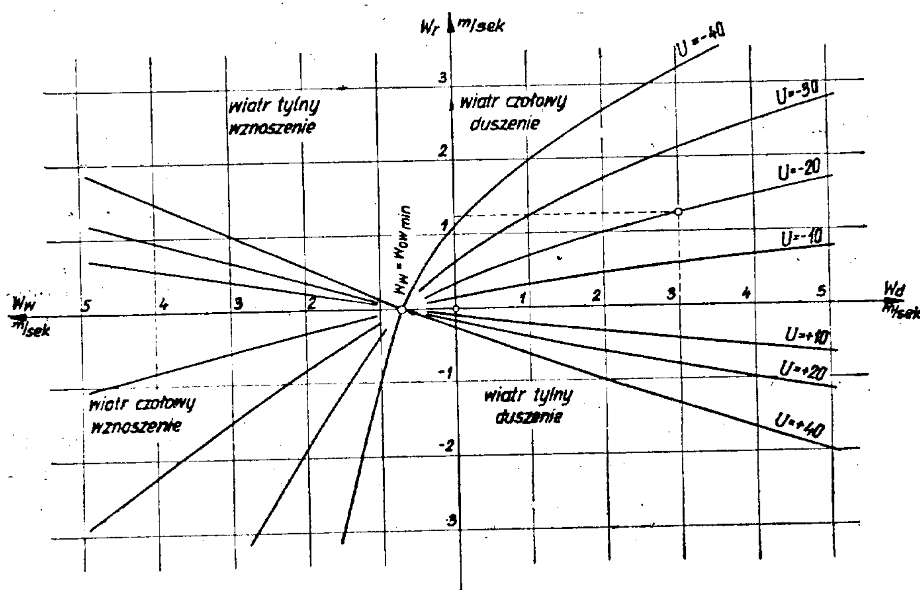
Rys 14. Określanie szybkości największego zasięgu w różnych warunkach.

Przeprowadzone rozważania wykazują, że dla osiągnięcia największego zasięgu należałoby szybkość szybowca stale zmieniać. W idealnym wypadku winną ona być w każdej chwili lotu dokładnie dostosowana do wiatru oraz przelatywanych prądów pionowych. Podobne „żonglowanie" szybkościami jest jednak w praktyce niemożliwe, dlatego więc zadowalamy się stosowaniem szybkości przybliżonych.

Zajmijmy się z kolei porównaniem wpływu, jaki mają na szybkość największego zasięgu wiatr i duszenie. Wyprowadzając odpowiednie styczne do biegunowej można przekonać się, że np. Mucha-ter posiada te same szybkości największego zasięgu dla wiatru czołowego 20 km/godz. co i prądu duszącego 0,35 m/sek. lub też że wiatr czołowy 30 km/godz. posiada ten sam wpływ, co duszenie 0,65 m/sek. Wartość duszenia zmieniającą w tym samym stopniu szybkość największego zasięgu, co odpowiadający mu wiatr, nazwiemy d u s z e n i e m r ó w n o w a ż n y m. Wielkość duszenia równoważnego dla tego samego wiatru nie jest stała, lecz zmienia się w zależności od tego, w jakim prądzie pionowym szybowiec równocześnie znajduje się. Np. jeżeli lecimy na szybowcu Mucha-ter w prądzie duszącym 3 m/sek., a równocześnie wieje wiatr czołowy z szybkością 20 km/godz., to jako podstawę do odbioru prędkości największego zasięgu winniśmy przyjąć prócz w_d = 3 m/sek. wartość duszenia równoważnego dla danych warunków wynoszącą w_r = 1,25 m/sek. (rys. 15). Całkowita wartość duszenia wynosi zatem 4,25 m/sek., a odpowiadająca mu szybkość największego zasięgu 104 km/godz. W wypadku takiego samego wiatru tylnego, opadanie równoważne wynosi — 0,85 m/sek., a szybkość największego zasięgu znaleziona dla wypadkowej wartości duszenia (2,15 m/sek.) 85 km/godz.

Duszenia równoważne przyjmują, w zależności od istniejącego wiatru, różne wartości. Przy wietrze czołowym są one, tak w wypadku równoczesnego działania duszenia jak i wznoszenia, bardzo duże;

jednak wpływ ich na szybkość lotu jest różny. Wiatr czołowy występujący podczas duszenia wymaga dużych zmian szybkości lotu, natomiast w połączeniu ze wznoszeniem posiada bardzo mały wpływ na zmianę tej szybkości. Dzieje się to z tego powodu, że w drugim wypadku lot odbywa się na małej szybkości (silnie zakrzywiona część biegunowej). Duszenia równoważne, odpowiadające wiatrowi tylne-



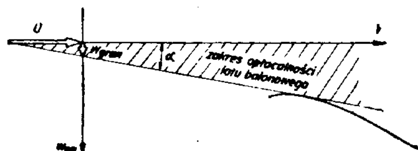
Rys. 15. Wykres zależności duszenia równoważnego od wiatru i prądów pionowych dla szybowca „Mucha-ter".

mu, pozostają niezależnie od rodzaju prądu pionowego stosunkowo małe. Z uwagi na to, w praktyce wystarczy jedynie uwzględniać wypadek działania wiatru czołowego przy równoczesnym duszeniu. Trudności powstające przy używaniu wykresu (rys. 15) zmuszają nas do zastosowania metody uproszczonej. Polega ona na dodaniu połowy wartości szybkości wiatru do szybkości największego zasięgu dobranej wg samego duszenia. Metoda ta daje wprawdzie wyniki przybliżone, jest jednak w praktyce zupełnie wystarczająca.

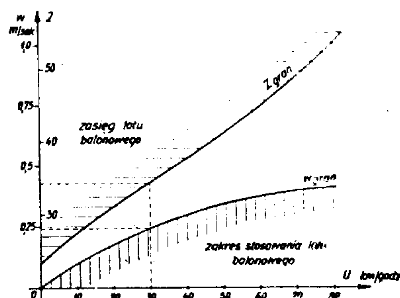
Podczas wykonywania przelotu z bardzo silnym wiatrem tylnym zdarza się, że szybowiec mając w czasie krążenia nieznaczne opadanie, uzyskuje wskutek samego znoszenia większy zasięg niż w locie prostym. Sposób ten stosowany podczas przelotów przy bardzo sła-

bych prądach wznoszących nazywamy metodą lotu balonowego. Graniczne opadanie szybowca podczas krążenia (w_{gran},) przy którym warto jeszcze stosować lot balonowy, można określić za pomocą biegunowej (rys. 16).

Widzimy, że przy opadaniach mniejszych kąt toru lotu będzie



Rys. 16. Graniczne opadanie szybowca w locie balonowym.



Rys. 17. Opadanie graniczne oraz odpowiadający mu zasięg przy zastosowaniu metody lotu balonowego.

łagodniejszy (pole zakreskowane), a zatem zasięg się zwiększy. Rys. 17 obrazuje wartości w_{gran} oraz Z otrzymane w zależności od szybkości wiatru dla szybowca Mucha-ter. Np. przy wietrze 30 km/godz. opłaca się jeszcze krążyć, gdy średnie opadanie szybowca wynosi 0,25 m/sek. Uzyskamy w ten sposób zasięg rzędu 34.

3. Szybkość przelotowa.

Do osiągnięcia jak największej szybkości przelotowej dążymy zarówno w przelotach szybkościowych, jak i nawigacyjnych w których czynnikiem przynaglającym do pośpiechu jest ograniczony czas trwania termiki. Ze względu na to, że szybkość przelotowa jest średnią szybkością uzyskaną na dłuższym odcinku trasy, na wartość jej wpływają zarówno czas krążenia w kominie, jak i szybkość lotu między wznoszeniami.

Dla wyprowadzenia matematycznej zależności między omawianą szybkością a istniejącymi w danej chwili warunkami meteorologicznymi, możemy przyjąć, że przelot odbywa się według uproszczonego schematu — jak na rys. 18.

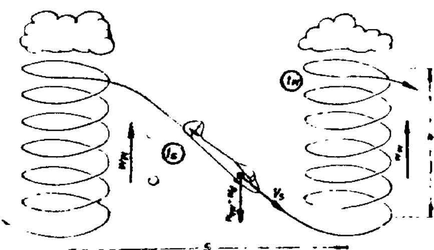
Określenie przyjętych symboli:

h — uzyskana wysokość

w_w — średnia szybkość wznoszenia się szybowca w kominie

w_d — szybkość prądów duszących między kominami
V_p — szybkość przelotowa własna
t_w — czas zużyty na krążenie
t_s — czas przeskoku między kominami
V_s — szybkość przeskoku.

Oznaczona na schemacie suma szybkości prądu duszącego i opadania własnego szybowca (w_d + w_{ow}) jest wartością wskazywaną przez wariometr. Korzystając z definicji, że szybkość przelotowa określona jest stosunkiem przebytej odległości do zużytego na to czasu, możemy napisać:



Rys. 18. Schemat przelotu termicznego.

$$V_p = \frac{S}{t_w + t_s}$$

Do wzoru tego wstawiamy następujące wyrażenia:

$$t_w = \frac{h}{w_w};$$

$$t_s = \frac{h}{w_d + w_{ow}};$$

$$S = V_s \cdot t_s = V_s \cdot \frac{h}{w_d + w_{ow}}$$

Wzór $S = V_s . t_s$ jest ważny przy założeniu, że V_s jest szybkością poziomą. Założenie to wprowadza, jak wiemy, tylko minimalne niedokładności, które w praktyce nie mają znaczenia.

Otrzymujemy ułamek:

$$V_p = \frac{V_s \cdot t_s}{t_w + t_s} = \frac{V_s \cdot \frac{h}{w_d + w_{ow}}}{\frac{h}{w_w} + \frac{h}{w_d + w_{ow}}}$$

który można uprościć mnożąc jego licznik i mianownik przez:

$$\frac{(w_d + w_{ow}) \cdot w_w}{h}$$

Rezultatem tego działania jest ostateczna postać wzoru na szybkość przelotową:

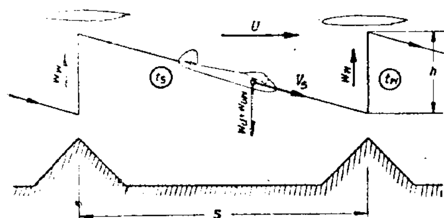
$$V_p = \frac{V_s \cdot w_w}{w_d + w_{ow} + w_w} \qquad (1)$$

Analizując dokładnie otrzymany wzór (1) można ocenić wpływ poszczególnych czynników na wielkość szybkości przelotowej.

a) Wykorzystując silniejsze wznoszenia kominowe osiągamy większą szybkość. Wynika to z wartości w_w znajdującej się w liczniku w charakterze mnożnika.

b) Oddziaływanie duszenia międzykominowego jest odwrotne. Wzrost wartości w_d znajdującej się w mianowniku powoduje spadek szybkości przelotowej. Podobny wpływ posiada opadanie własne szybowca (w_{ow}). Przelatując między wznoszeniami musimy zdawać sobie sprawę z tego, że przez zastosowanie większej szybkości przeskoku będziemy krócej znajdowali się w strefie duszeń. Następstwem będzie mniejsza utrata wysokości. Z drugiej strony wiemy, że duża szybkość szybowca pociąga za sobą wzrost jego opadania własnego. Wynika zatem, że przeskok przez obszary duszeń winien nastąpić na pewnej szybkości dobranej do istniejących warunków z uwzględnieniem własności szybowca. Im mniejsze opadanie posiada nasz szybowiec w zakresie większych szybkości, mówiąc gwarowo: im będzie „ostrzejszy", tym prędzej będziemy mogli wykonać przeskok. Szybkość przelotowa uzyskana przy tym samym w_w będzie więc większa (wartość V_s znajduje się w liczniku wyprowadzonego wzoru).

Dotychczasowe rozważania prowadziliśmy z pominięciem wpływu wiatru. Założenie to nie spowodowało jednak żadnych nieścisłości, gdyż działanie wiatru wpływa zarówno na szybowiec, jak i na wykorzystywane kominy. Rzeczywista szybkość przelotowa będzie wypadkową (sumą geometryczną) szybkości przelotowej własnej oraz szybkości wiatru. Uzyskując największą szybkość przelotową własną (względem powietrza) osiągniemy w danych warunkach również największą szybkość przelotową rzeczywistą. W ten sposób zagadnienie sprowadza się do omówionego poprzednio, to jest do lotu w powietrzu nieruchomym. Uwzględnienie wpływu wiatru winno wyrazić się tylko w odpowiedniej poprawce kierunku, po którym wy-



Rys. 19. Schemat przelotu z wykorzystaniem wznoszeń związanych z terenem (falowych, zboczowych).

konujemy przelot. Zagadnieniem tym zajmuje się szczegółowo osobna dziedzina — nawigacja szybowcowa.

Odmienne zagadnienie stanowi przelot z wykorzystaniem wznoszeń związanych z terenem, np. falowych lub zboczowych. Tutaj jedynie szybowiec podlega wpływowi wiatru, natomiast wznoszenia pozostają nieruchome. Wprowadzenie odpowiedniego wzoru na szybkość przelotową rzeczywistą (względem ziemi) jest podobne do wykonanego poprzednio (rys. 19).

Do wzoru

$$V_p = \frac{S}{t_w + t_s}$$

podstawiamy wyrażenie na odległość między zboczami

$$S = (V_s + U) \cdot t_s$$

i otrzymujemy wzór określający szybkość przelotową rzeczywistą:

$$W = (V_s + U) \frac{t_s}{t_w + t_s}$$

Przez zastąpienie stosunku czasów odpowiednim stosunkiem prędkości pionowych otrzymujemy ostateczny wzór dla wiatru tylnego

$$W = \frac{(V_s + U)\, w_w}{w_{ow} + w_d + w_w}$$

Ogólna postać tego wzoru

$$W = \frac{(V \pm U)\, w_w}{w_{ow} + w_d + w_w} \qquad (2)$$

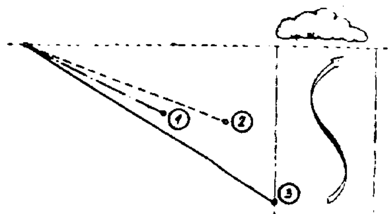
odnosi się zarówno dla lotu z przednim, jak i z tylnym wiatrem, przy czym dla wiatru czołowego należy uwzględnić w liczniku znak (—).

4. Szybkość przeskoku

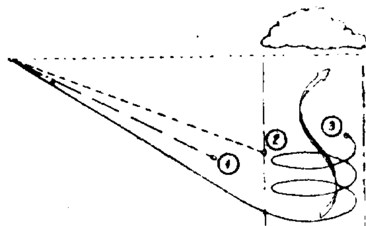
Wyobraźmy sobie, że trzy podobne szybowce osiągnęły w kominie termicznym tę samą wysokość i rozpoczynają przelot. Każdy z pilotów stosuje w czasie przeskoku inną szybkość lotu. Pierwszy leci na szybkości ekonomicznej, drugi na szybkości największego zasięgu (dostosowując ją do chwilowych warunków), a trzeci jeszcze nieco

prędzej. Który z szybowców uzyska największą szybkość przelotową? Odpowiedź na to pytanie dają rys. 20 do 22.

Trzeci z pilotów osiągnął następny komin najwcześniej (rys. 20). Mimo to na razie trudno powiedzieć, czy posiada on rzeczywiście przewagę nad swymi kolegami; skrócenie bowiem czasu przeskoku odbyło się kosztem zwiększonej straty wysokości. Najlepiej postąpił pod tym względem drugi pilot, który stosując szybkość największego zasięgu uzyskał najmniejszy kąt lotu ślizgowego. Pilot pierwszy pozostał zdecydowanie w tyle, a wykorzystana przez niego doskonałość nie stwarza żadnych nadziei na dogonienie towarzyszy.



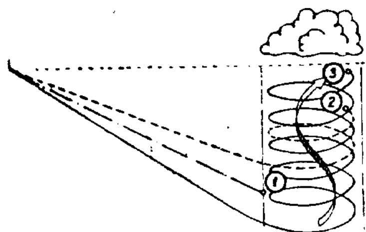
Rys. 20. Szybkość przelotowa — efekty przeskoku między kominami na różnych szybkościach.



Rys. 21. Szybkość przelotowa — wykorzystanie uzyskanego na przeskoku czasu na nabranie wysokości.

Rys. 21 przedstawia moment, w którym pilot (*2*) dolatuje do obszaru wznoszeń. Niestety, Przewaga posiadana przez pilota (*3*) pozwoliła mu tymczasem na nabranie wysokości, przekraczającej poniesioną poprzednio stratę.

Rysunek 22 wykazuje ostatecznie błędność taktyki stosowanej przez pilota (*1*). Zanim zdołał on wreszcie dotrzeć do komina, obaj koledzy osiągnęli już znaczną wysokość.



Rys. 22. Szybkość przelotowa — wyniki zastosowanej przez pilotów taktyki dla uzyskania największej szybkości przelotu.

Porównując wyniki wszystkich trzech pilotów możemy powiedzieć:

a) Przeskok na szybkości ekonomicznej nie daje żadnych korzyści i nie powinno się go nigdy stosować.

b) Przeskok na szybkości największego zasięgu nie prowadzi do uzyskania maksymalnych szybkości przelotowych, gwarantuje jednak dużą pewność wykonywania przelotu. Wynika to z pro-

wadzenia szybowca na najmniejszym kącie toru lotu, zapewniającym minimalne straty wysokości między kominami. Metodę tę należy stosować w wypadkach przeskoku przez rozległe obszary atermiczne, w momentach zesłabnięcia warunków, a także w razie „kończenia się“ na przelocie.

c) Przeskok na szybkości wyższej niż największego zasięgu umożliwia uzyskanie maksymalnej szybkości przelotowej. Dla danych warunków istnieje tylko jedna szybkość dająca maksymalną wartość V_p. Określeniem jej będziemy zajmowali się w dalszym ciągu niniejszego rozdziału.

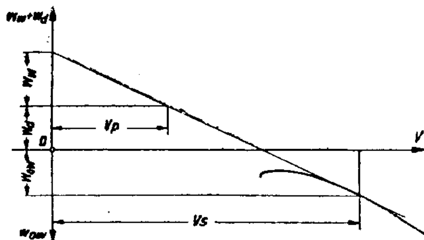
Powracając do poprzednio rozpatrywanego przykładu widzimy, że pilot (*3*) nadrobił poniesioną stratę wysokości tylko dzięki wystarczająco silnemu wznoszeniu w kominie. Wynika stąd wniosek, że im większa będzie wartość wznoszenia, do którego się zbliżamy, na tym większą stratę wysokości, a więc i na większą szybkość przeskoku możemy sobie pozwolić. Na jej dobór wpływa również wartość duszenia międzykominowego. Pod tym względem istnieje ścisła analogia do poprzednio poznanej szybkości największego zasięgu.

Proste przekształcenie wzoru (*1*) wykazuje równość następujących stosunków:

$$\frac{V_p}{w_w} = \frac{V_s}{w_w + w_{ow} + w_d}$$

Posługując się układem biegunowej szybkości możemy wykreślić konstrukcję obrazującą otrzymane równanie (rys. 23).

Szybkość przeskoku określona jest w tym wypadku przez punkt styczności prostej wyprowadzonej z punktu, który otrzymujemy nanosząc na osi pionowej sumę wielkości prądów duszącego i wznoszącego ($w_d + w_w$). Widzimy, że odcinek odpowiadający szybkości przelotowej (V_p) będzie największy w wypadku spełnienia warunku styczności przeprowadzonej prostej. Wynika z tego, że jedynie ta wartość szybkości przeskoku umożliwia uzyskanie największej szybkości przelotowej, przy czym dobór jej zależy w równym stopniu od napotykanych wznoszeń jak i duszeń.



Rys. 23. Wykreślne wyznaczanie szybkości przeskoku (V_s) oraz szybkości przelotowej (V_p) w wypadku przelotu termicznego.

Rys. 23 wykazuje również, że szybkość przeskoku (V_s) równa się szybkości największego zasięgu dla tego samego duszenia oraz wia-

tru czołowego o sile równej szybkości przelotowej (V_p) osiągalnej przy założonych średnich wznoszeniach.

Wykorzystując znany wzór na szybkość przelotową można dla otrzymanej konstrukcji przeprowadzić dowód matematyczny *. Jeżeli wyznaczony punkt styczności ma określać szybkość, dla której zachodzi maksimum V_p, wtedy pochodna funkcji $V_p = f(V)$ winna w tym miejscu równać się zeru. Oczywiście, że na odwrót, samo zerowanie się pierwszej pochodnej nie może jednocześnie świadczyć o istnieniu maksimum. W naszym wypadku możemy jednak śmiało odstąpić od dalszego badania funkcji V_p, znamy bowiem jej charakter (w interesującym nas przedziale nie posiada ona żadnego minimum, punktów przegięcia i jest ciągła). Występujące jedynie ekstremum określa szukaną szybkość lotu.

Obliczmy najpierw pochodną licznika i mianownika wyrażenia

$$V_p = \frac{V \cdot w_w}{w_w + w_{ow} + w_d}$$

Pochodna licznika równa się:

$$(L)' = w_w$$

W mianowniku występuje wartość w_{ow} zmienna w zależności od V. Wyliczenie odpowiedniej funkcji pochodnej wymaga znajomości matematycznego równania biegunowej szybkości. Dla nas jest zupełnie wystarczające zorientowanie się o wielkości tej pochodnej tylko dla sprawdzonego punktu. Wartość tę można odczytać z rys. 23.

$$(M)'_{V = V_s} = w'_{ow\,V = V_s} = \frac{W_{ows} + W_w + W_d}{V_s}$$

Po wstawieniu otrzymanych wartości do wzoru na pochodną ilorazu otrzymamy:

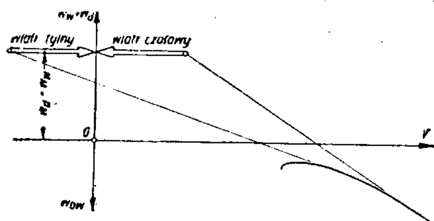
$$v'_{pV = Vs} \frac{w_w\,(w_w + w_{ows} + w_d) - V_s \cdot w_w \dfrac{w_{ows} + w_w + w_d}{V_s}}{(w_w + w_{ows} + w_d)} = 0$$

Z uwagi na zerowanie się licznika całe wyrażenie równa się zeru. Zgodnie z poprzednimi rozważaniami można twierdzić, że wyznaczony punkt styczności istotnie określa najkorzystniejszą szybkość przeskoku.

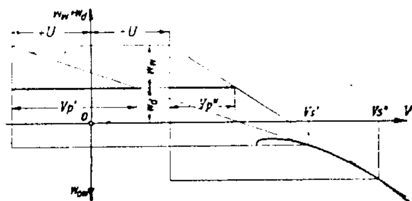
Wszystko, co powiedzieliśmy dotychczas o doborze szybkości przeskoku, dotyczy jedynie przelotu, w którym wysokość uzyskuje się

* W wypadku nieznajomości przez czytelnika podstaw rachunku różniczkowego ustęp niniejszy może być, bez szkody dla zrozumienia całości, pominięty.

przez krążenie we wznoszeniu termicznym. W wypadku wykorzystywania wznoszeń związanych z terenem (fala, zbocze) ważny jest inny, znany nam wzór na szybkość przelotową (2). Zbadanie tego wzoru za pomocą rachunku różniczkowego w sposób podany poprzednio wykazuje następującą konstrukcję, mogącą służyć dla znalezienia odpowiedniej prędkości przeskoku (rys. 24).



Rys. 24. Wykreślne wyznaczanie szybkości przeskoku (V_s) w wypadku przelotu z wykorzystaniem wznoszeń związanych z terenem.



Rys. 25. Wykreślne wyznaczanie szybkości przelotowej w wypadku przelotu z wykorzystaniem wznoszeń związanych z terenem:
Vp′ z wiatrem,
Vp″ pod wiatr.

Wykreślne znajdywanie szybkości przelotowej pokazuje (rys. 25).

Przekształcając wzór (2) można otrzymać następujący stosunek szybkości

$$\frac{V_p}{V_p \pm U} = \frac{w_w}{w_w + w_d + w_{ow}}$$

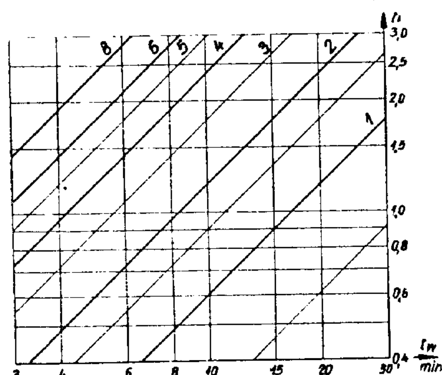
oraz wykreślnie znaleźć szybkość przelotową (rys. 25).

Podstawą doboru szybkości jest, jak wiemy, średnie wznoszenie kominowe. Nasuwa się pytanie, jak należy określić to wznoszenie, jeżeli wariometr wskazuje tylko wartości chwilowe. Najpewniejszym sposobem byłby pomiar czasu od chwili rozpoczęcia pierwszego okrążenia do momentu wyprowadzenia szybowca na kurs. Czas ten (t_w) obejmuje także centrowanie komina. Określiwszy za pomocą wysokościomierza uzyskaną wysokość (dla łatwiejszego zapamiętania poszczególnych wysokości można wykorzystać znajdujące się na niektórych wysokościomierzach obrotowe znaczki) możemy obliczyć średnie wznoszenie ze wzoru:

$$w_w = \frac{h}{t_w}$$

lub też odczytać z wykresu (rys. 26).

Posiadane dane — czas i zysk wysokości określają na wykresie pewien punkt. Prosta ukośna przechodząca przez ten punkt podaje nam wartość wznoszenia. Np. jeżeli krążenie trwało 10 min., a zysk wysokości wyniósł 700 m, to średnie wznoszenie równa się 1,2 m/sek. Zastosowana na osiach wykresu podziałka logarytmiczna powoduje, że proste ukośne są do siebie równoległe, co w znacznym stopniu ułatwia odczytanie pośrednich wartości wznoszeń.



Rys. 26. Wykres średnich wznoszeń kominowych.

Dobrze jest, jeżeli pilot zna na pamięć przybliżony czas krążenia potrzebny dla uzyskania 1 000 m przy różnych wznoszeniach. Wartości te wynoszą:

średnie wznoszenie m/sek.	1	2	3	4
czas krążenia min.	17	8	5,5	4

Osiągnięte średnie wznoszenie możemy określić w krótkim czasie za pomocą przeprowadzonego myślowo przeliczenia.

W wypadku braku zegarka (nie mówiąc już o stoperze) nie pozostaje nam nic innego, jak kierować się chwilowymi wskazaniami wariometru. Ocena taka jest jednak bardzo niedokładna.

Istnieją tutaj dwa sposoby:

1) średnie wznoszenie wynosi około ½ maksymalnych, chwilowych wskazań wariometru,
2) średnie wznoszenie równa się w przybliżeniu wartości, poniżej której wskazania chwilowe nie spadają na czas dłuższy (czas jednego okrążenia).

Dla przyswojenia sobie tych reguł należy porównywać przynajmniej w czasie jednego lotu ich wyniki z dokładnymi pomiarami.

W czasie lotu jest rzeczą niemożliwą określić potrzebną szybkość przeskoku za pomocą dotychczas poznanych konstrukcji. Toteż w praktyce istnieje szereg metod polegających na stosowaniu wykresów, specjalnych suwaków lub skal zamocowanych na przyrządach pokładowych, które ułatwiają pilotowi jego zadanie. Metody te przyjmują jako podstawę dane otrzymane z wykreślnych konstrukcji przeprowadzonych na układzie biegunowej. Szczegółowe omówienie tych metod nastąpi w dalszych rozdziałach.

5. Wpływ wysokości na lot szybowca *

Nominalna biegunowa szybkości, jaką zwykle spotykamy, podaje zależność między szybkością lotu i opadaniem (w_{ow}) pod warunkiem, że lot odbywa się na wysokości poziomu morza. Dla wyraźnego rozróżnienia tych wielkości oznaczmy je przez V_o i w_{owo}. W warunkach rzeczywistych, tj. na pewnej określonej wysokości H, szybkość V_H, jak i opadanie własne w_{owH} są nieco większe od nominalnych. Powodem tego jest malejąca ze wzrostem wysokości gęstość powietrza (ρ).

Między wielkościami tymi istnieje następująca zależność:

$$V_h = \frac{V_o}{\sqrt{\frac{\rho_H}{\rho_o}}}; \quad w_{owH} = \frac{w_{owo}}{\sqrt{\frac{\rho_H}{\rho_o}}}$$

Określenie przyjętych symboli:

V_H — szybkość lotu na wysokości H
w_{owH} — opadanie własne na wysokości H
V_o — szybkość lotu na wysokości poziomu morza
w_{owo} — opadanie własne na wysokości poziomu morza
ρ_H — gęstość powietrza na wysokości H
ρ_o — gęstość powietrza na wysokości poziomu morza.

Przeliczenie biegunowej nominalnej na rzeczywistą dla określonej wysokości H umożliwia tabelka wartości $\sqrt{\frac{\rho_H}{\rho_o}}$ dla różnych wysokości

H	0	500	1000	1500	2000	3000	4000	5000	6000
$\sqrt{\frac{\rho_H}{\rho_o}}$	1,00	0,976	0,952	0,929	0,906	0,861	0,818	0,775	0,734

Na rys. 27 obok biegunowej nominalnej Muchy widzimy jej biegunową rzeczywistą dla wysokości $H = 3\,000$ m. Z uwagi na to, że V oraz w_{ow} zmieniają się w tym samym stopniu, wzajemny ich stosunek (doskonałość) pozostaje bez zmian. Promienie wykreślone z punktu zerowego układu, z których każdy odpowiada pewnej określonej doskonałości, będą zatem łączyły odpowiednie punkty na biegunowych nominalnej i rzeczywistej. Wpływ zmiany wysokości zaznacza się również we wskazaniach szybkościomierza i wariometru, które nie wskazują wartości rzeczywistych, l e c z p o z o r n e.

---

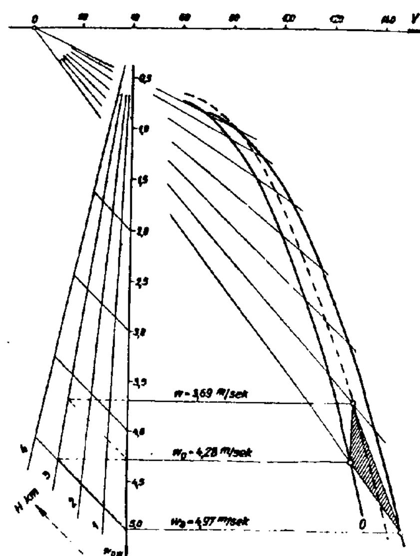
* Rozdział niniejszy został opracowany na podstawie artykułu Adama Zientka „Zastosowanie biegunowej szybkości w lotach wyczynowych" zamieszczonego w nr 3/1950 czasopisma „Skrzydlata Polska".

Oznaczając wskazania szybkościomierza przez V oraz wariometru przez w_{ow} otrzymamy:

$$V = V_H \cdot \sqrt{\frac{\rho_H}{\rho_0}} = V_0 \frac{\sqrt{\frac{\rho_H}{\rho_0}}}{\sqrt{\frac{\rho_H}{\rho_0}}} = V_0$$

$$w_{ow} = w_H \frac{\rho_H}{\rho_0} = w_{owo} \frac{\frac{\rho_H}{\rho_0}}{\sqrt{\frac{\rho_H}{\rho_0}}} = w_{owo} \sqrt{\frac{\rho_H}{\rho_0}}$$

Z otrzymanych wyników widzimy, że szybkościomierz wskazuje na każdej wysokości szybkość nominalną, natomiast wariometr wskazuje na większej wysokości nie tylko mniej od opadania rzeczywistego, ale nawet mniej od nominalnego. Nanosząc wartości wskazań obu przyrządów na wykres otrzymujemy punkt nowej krzywej — biegunowej pozornej (rys. 27). Punkty tej krzywej leżą nieco wyżej od odpowiednich punktów biegunowej nominalnej, lecz nie są przesunięte w kierunku osi szybkości. Na przykład przy szybkości nominalnej 130 km/godz. mamy na wysokości $H = 3\,000$ m opadanie pozorne 3,69 m/sek., mimo iż w rzeczywistości wynosi ono na tej wysokości 4,97 m/sek., a na poziomie morza 4,28 m/sek.



Rys. 27. Biegunowe szybowca Mucha-ter w zakresie 60—130 km/godz.:
0 — nominalna,
3 — rzeczywista dla wysokości 3 000 m,
(3) — pozorna dla wysokości 3 000 m.

Jeszcze lepiej widać te różnice na następującym przykładzie. W idealnie spokojnym powietrzu na wysokości 3 000 m pilot ustala szybkość Muchy na 130 km/godz. (według szybkościomierza), a następnie blokuje stery uniemożliwiając jakiekolwiek zmiany kąta natarcia. W tych warunkach lot ślizgowy odbywa się dokładnie po

linii prostej (to jest ze stałą doskonałością, w tym wypadku równą 8,5), przy czym szybkościomierz nie zmieni wskazania, natomiast wariometr będzie wskazywał początkowo 3,69 m/sek., a w miarę straty wysokości coraz więcej aż do 4,28 m/sek. na poziomie morza. Rzeczywistych wartości szybkości (151 km/godz. na 3 000 m) i opadania (4,97 m/sek na 3 000 m) nie będzie wskazywał żaden przyrząd.

Dla szybkiego odszukania wartości poszczególnych opadań omówionych powyżej posłużyć może pokazana na rys. 27 konstrukcja wykreślna. Np. znając opadanie rzeczywiste znajdujemy opadanie nominalne i pozorne. W tym celu przeprowadzamy z wartości opadania rzeczywistego do promienia odpowiadającego danej wysokości prostą pochyloną do osi w_{ow} pod kątem 45°. Otrzymany na promieniu wysokości punkt, odrzutowany na oś w_{ow}, określa nam wielkość opadania nominalnego. Chcąc otrzymać opadanie pozorne należy opisaną czynność wykonać powtórnie, wychodząc jednak z wartości opadania nominalnego.

Uwzględnienie poprawek wysokościowych w kalkulacjach taktycznych przelotu jest bardzo trudne. Ściśle biorąc należałoby tutaj posługiwać się biegunową rzeczywistą ważną dla danej wysokości (dla każdej H inną), co jest praktycznie niemożliwe. Z tego powodu przeważnie zupełnie nie uwzględniamy wpływu wysokości (do 3 000 m jest on nieznaczny) lub też zakładamy średnią wysokość przelotu posługując się wtedy odpowiednią biegunową.

6. Metoda średnich szybkości przeskoku

Teorią techniki przelotu szybowcowego zajmowała się już przed rokiem 1938 grupa studentów Politechniki Lwowskiej, latająca w tym czasie na szybowisku w Bezmiechowej. Byli oni jednymi z pierwszych w szybownictwie w ogóle, którzy na drodze analitycznej starali się ująć teoretyczną stronę przelotu. Opracowaną przez nich metodę opublikował następnie inż. W. Kasprzyk. Metoda ta, zwana „metodą średnich szybkości przeskoku", przyjmuje szereg założeń upraszczających, co w dużym stopniu ułatwia jej stosowanie. Obecnie używa się jej zasadniczo jako podstawy przy opracowaniu nawigacyjnym przelotu.

W pierwotnym ujęciu metoda średnich szybkości przeskoku nie uwzględniała zupełnie duszeń występujących między kominami. Następnie została ona rozwinięta przez A. Zientka, który uwzględnił duszenia międzykominowe, zakładając, że są one proporcjonalne do wykorzystywanych wznoszeń. Inaczej mówiąc, jeżeli warunki są silne to zarówno duszenia, jak i wznoszenia będą duże i odwrotnie. Na podstawie szeregu lotów przekonano się, że średnie duszenie dla całego przeskoku wynosi od 0,1 do 0,3 średniego wznoszenia napoty-

kanego w kominie. Wartość tę nazywamy współczynnikiem duszeń międzykominowych (b).

Przeciętnie:

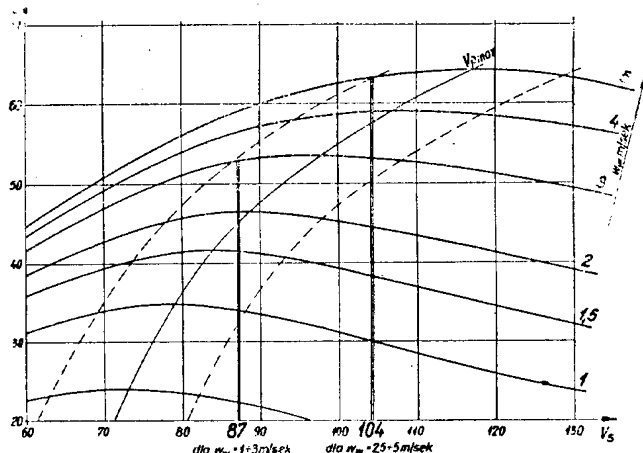
$$w_d = b \cdot w_w = 0{,}2\ w_w$$

Wstawiając powyższą wartość do wzoru (*1*) na szybkość przelotową otrzymamy:

$$V_{wp} = \frac{V_s \cdot w_w}{w_d + w_{ow} + w_w} = \frac{V_s \cdot w_w}{b \cdot w_w + w_{ow} + w_w} = \frac{V_s}{1 + b + \frac{w_{ow}}{w_w}} =$$

$$= \frac{V_s}{1{,}2 + \frac{w_{ow}}{w_w}}$$

Jeżeli założymy sobie pewną wartość średniego wznoszenia kominowego, np. 1 m/sek., i będziemy podstawiali do otrzymanego wzoru różne wartości V_s np.: 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130 km/godz. oraz odpowiadające im opadania własne, to otrzymamy szereg osiągalnych przy tym wznoszeniu szybkości przelotowych. Przeprowadzone obliczenie wykonujemy także dla dalszych wznoszeń kominowych np. 2, 3, 4 m/sek. itd., a otrzymane wyniki nanosimy na wspólny wykres (rys. 28).



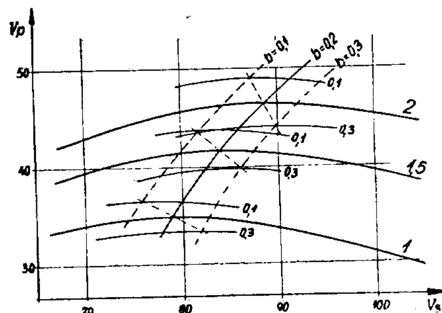
Rys. 28. Wykres zmian szybkości przelotowych Vp w funkcji w_w i Vs dla szybowca „Mucha-ter", przy założeniu współczynnika duszeń międzykominowych $b = 0{,}2$.

Z przebiegu krzywych widać, że dla każdego wznoszenia istniej tylko jedna szybkość przeskoku, która daje maksymalną wartoś

szybkości przelotowej. Jednak duża płaskość krzywych w pobliżu maksimum świadczy o tym, że w wypadku niezbyt dokładnego doboru szybkości przeskoku poniesione straty nie będą zbyt duże. Dobór V_s następuje na podstawie nieznanego średniego wznoszenia w kominie, do którego lecimy. Z tych powodów pewne różnice w jej doborze są nieuniknione, co teoretycznie uniemożliwia pełne wykorzystanie warunków. Z tych samych względów przyjęcie z góry szybkości przeskoku tylko zbliżonej do najkorzystniejszej nie powoduje dalszych większych strat. Wg opisywanej metody należy stosować dwie średnie szybkości przeskoku ważne dla dwu zakresów wznoszeń kominowych. Z wykresu (rys. 28) wykonanego dla szybowca Mucha widzimy, że zarówno pierwsza z szybkości (87 km/godz.), właściwa w granicach średnich wznoszeń kominowych 1 do 3 m/sek., jak i druga (104 km/godz.) w wypadku wznoszeń 2,5 do 5 m/sek. nie powodują większych strat na szybkości przelotowej niż 1 km/godz. (około 2%).

Różnice wynikające wskutek przyjęcia innego współczynnika b obrazuje rys. 29.

Zalety wynikające z tego uproszczenia są bardzo duże. Pilot stosując podczas całego przeskoku jedną szybkość nie musi bez przerwy uważać na wariometr i szybkościomierz, lecz może więcej czasu poświęcić nawigacji i obserwacji terenu. Wysiłek myślowy jest bez porównania mniejszy, ponieważ nie potrzeba dobierać stale nowych prędkości przeskoku. Jedyne potrzebne dwie wartości, np. dla Muchy 87 i 104 km/godz. dla warunków średnich i silnych, można łatwo zapamiętać.



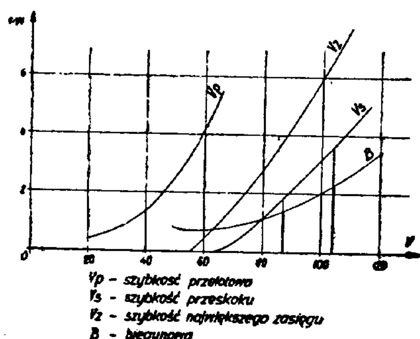
Rys. 29. Szybkości przelotowe szybowca Mucha-ter przy założeniu współczynnika duszeń międzykominowych „b" w granicach od 0,1 do 0,3.

Wadą omawianej metody jest nie wystarczające uwzględnienie duszeń międzykominowych. Z dotychczasowych rozważań teoretycznych wiemy, że duszenia w tym samym stopniu winny zmieniać szybkość przeskoku co i wznoszenia. Metoda średnich szybkości przeskoku zakłada natomiast, że duszenia w czasie całego przeskoku są stałe, co w rzeczywistości nie ma miejsca. Założenie to prowadzi do strat na szybkości przelotowej mimo że założone duszenie może równać się średniej poszczególnych duszeń. Wyobraźmy sobie np., że pilot chce wykonać lot na szybkości największego zasięgu. Wa-

runki są znane: duszenie podczas pierwszej połowy drogi większe — 3 m/sek., dalej mniejsze — 1 m/sek. Średnia duszeń wynosi zatem 2 m/sek. Pilot dobiera szybkość wg tej wartości. Czy uzyskany zasięg będzie największy? Nie, szybkość zastosowana w czasie całej drogi ani przez chwilę nie była właściwa. Analogicznie w czasie przeskoku międzykominowego nie wystarcza uwzględnienie jedynie duszeń średnich.

Celem lepszego zrozumienia wyobraźmy sobie inny wypadek: Pilot wykonuje przeskok międzykominowy na szybowcu Mucha z szybkością 87 km/godz. Średnie wznoszenia kominowe wynoszą 2 m/sek. Naraz szybowiec dostaje się w stosunkowo szerokie wznoszenie około 1 m/sek. Wartość wznoszenia jest zbyt mała, aby zakrążyć, gdyż pilot posiada wystarczającą wysokość i może bez obawy „wykończenia się“ liczyć na napotkanie w dalszym locie silniejszego komina. Wobec powyższego, zgodnie z przyjętą metodą, należałoby zachować szybkość 87 km/godz., co jest błędne. Bez wątpienia zmniejszenie prędkości podczas prostego lotu we wznoszeniu jest bardzo korzystne i na pewno uczyniłby to każdy pilot latający „na wyczucie“, a posiadający nieco doświadczenia.

W wypadku napotkania między kominami silnych duszeń należy zamiast średniej szybkości przeskoku zastosować szybkość największego zasięgu. Postępować wtedy należy wg następującej reguły. Jeżeli przyjęta przez nas szybkość przeskoku jest większa niż szybkość najlepszego zasięgu dla duszenia, w którym się znajdujemy, należy posiadaną szybkość zachować. Przejście na szybkość największego zasięgu nastąpiłoby dopiero wtedy, gdyby wymagana jej wielkość przewyższała stosowaną średnią szybkość przeskoku.



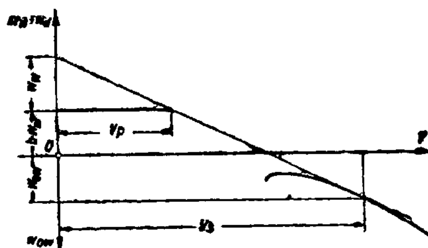
Rys. 30. Tabliczka średnich szybkości przeskoku dla szybowca Mucha-ter wykonana przy założeniu współczynnika duszeń międzykominowych b = 0,2.

Podczas przelotu nad rozległymi terenami atermicznymi należy również stosować szybkości największego zasięgu. Dobór ich winien nastąpić za pomocą odpowiedniej krzywej wyrażającej zależność szybkości największego zasięgu od wskazania wariometru (krzywa V_z). Proponowana tabliczka, na której należy nanieść powyższą zależność, winna zawierać także wykres teoretycznie możliwej do uzyskania szybkości przelotowej (otrzymany z punktów wykresu rys. 28 odpowiadających maksymalnym V_p), wykres szyb-

kości przeskokowych (V_s) i biegunową szybowca (rys. 30). Sposób korzystania z podanej tabliczki wyjaśni następujący przykład:

Średnie wznoszenia kominowe wynoszą 1,5 m/sek. Najlepsza osiągalna szybkość przelotowa wynosi 41,5 km/godz. (krzywa V_p). Dokładny dobór szybkości przeskoku daje $V_s = 84$ km/godz. Dla uproszczenia stosujemy szybkość 87 km/godz. jako uniwersalną dla zakresu wznoszeń 1 do 3 m/sek. Wskutek tego zaokrąglenia szybkość przelotowa spadnie do 41 km/godz. Przyjęta V_s (87 km/godz.) będzie równa prędkości największego zasięgu, jeżeli wskazanie wariometru osiągnie — 3,6 m/sek. Przy dalszym wzroście opadania należy szybkość zwiększyć. Np. w wypadku wskazania — 5 m/sek. winna ona wynosić 95 km/godz. (krzywa V_z).

Z uwagi na założoną wielkość duszeń opisywana metoda w znacznym stopniu ułatwia wykreślne znajdywanie szybkości przelotowej. Wystarczy bowiem przeprowadzić prostą poziomą w odległości $b \cdot w_w$ od osi szybkości wykresu biegunowej, a otrzymany odcinek obrazuje uzyskiwaną w danych warunkach V_p.



Rys. 31. Graficzne wyznaczanie szybkości przelotowej przy założeniu stałego współczynnika opadań międzykominowych „b" (metoda średnich szybkości przeskoku).

Zsumowanie zalet i wad omawianej metody wykazuje konkretne korzyści i celowość jej zastosowania w następujących wypadkach:

a) Nawigacyjnego przygotowania przelotu przed startem, na ziemi (możliwość wyliczenia V_p dla warunków średnich).

b) Podczas samego przelotu w chwilach potrzebnych na obserwację mapy lub terenu (odciążenie pilota przez zastosowanie stałej prędkości przeskoku).

c) Dla pierwszych przelotów, gdzie metoda trudniejsza mogłaby zbyt absorbować mało doświadczonego pilota.

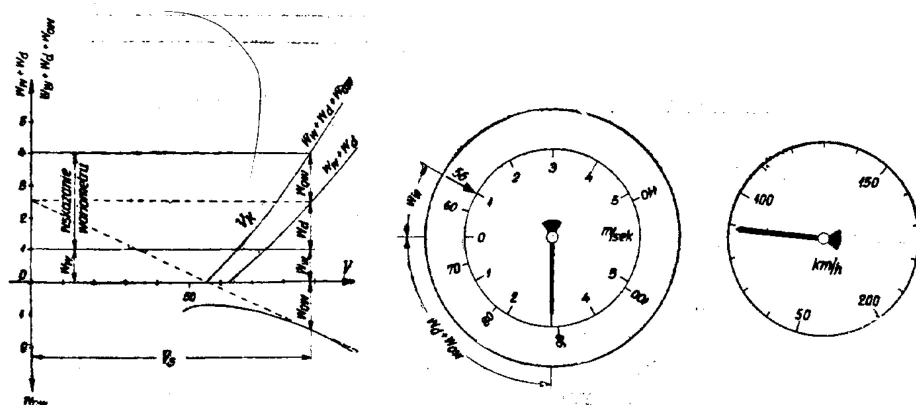
7. Kalkulator krążkowy

Z rozdziału o szybkości przeskoku wiemy, że winna ona być stale dostosowywana do warunków, w jakich odbywa się lot. Każda zmiana średnich wznoszeń czy też duszeń napotykanych między kominami winna znaleźć swe odbicie w zmianie szybkości lotu szybowca. Z drugiej strony dobór szybkości za pomocą dotychczas poznanych metod jest albo zbyt niedokładny, albo bardzo żmudny, tak że w czasie lotu nie da się przeprowadzić. Najlepszą byłaby

metoda dyktująca odpowiednie szybkości w sposób ścisły, a równocześnie wymagający jak najmniejszego wysiłku myślowego. Metody nie spełniające tego warunku, są przez pilotów używane niechętnie

Najbardziej zbliżoną do idealnej jest metoda kalkulatora krążkowego. Na okrągłej tarczy, zamontowanej obrotowo na wariometrze, naniesione są szybkości lotu. Wskazówka wariometru pokazując różne wartości opadań lub wznoszeń równocześnie podaje nam na kalkulatorze szybkość, jaką winniśmy w danym momencie zastosować. Zadanie pilota sprowadza się do odpowiedniego nastawienia krążka, a następnie do zgrywania szybkościomierza ze wskazaniami wariometru.

Wartości nanoszone na krążek otrzymujemy wykreślnie. W tym celu należy z punktów na osi pionowej układu biegunowej odpowiadających różnym wielkościom $w_d + w_w$ wyprowadzić styczne (rys. 32) *. Nad osią szybkości możemy teraz wyznaczyć krzywą, obrazującą zależność szybkości przeskoku od prądów pionowych.



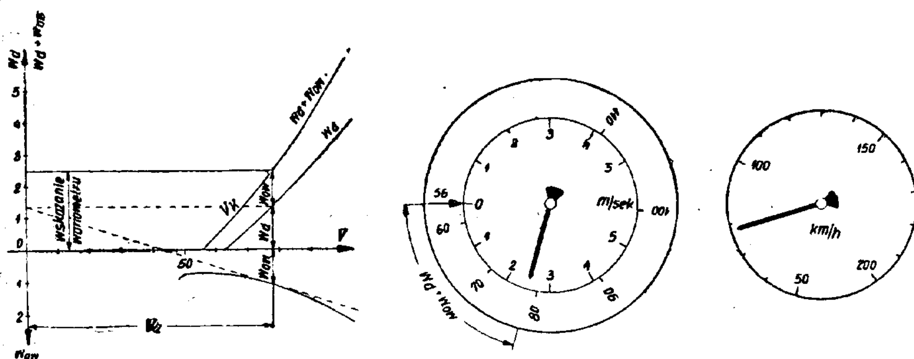
Rys. 32. Dobór szybkości przeskoku.

Wartości na krążku mają jednak odpowiadać wskazaniom wariometru (zawierającym także opadanie własne), należy zatem znaleźć zależność dobieranych szybkości od sumy $w_d + w_w$ oraz w_{ow}. W tym celu rzędne biegunowej szybkości dodajemy do rzędnych poprzednio otrzymanej krzywej. Powstała nowa krzywa szybkości krążkowych V_K jest odpowiednikiem V_z poznanej przy metodzie średnich szybkości przeskoku. Krzywa V_K przecina oś V w punkcie szybkości

* Powstanie opisanych krzywych zostanie omówione dokładniej w rozdziale „Graficzne wyznaczanie szybkości dla kalkulatora krążkowego".

ekonomicznej. Szybkość tę oznacza się zazwyczaj na kalkulatorze strzałką. Stosując krążek nastawiamy strzałkę na średnie wznoszenie kominowe. Rys. 32 pokazuje równocześnie tarczę kalkulatora szybowca Mucha-ter nastawioną dla wypadku przedstawionego przykładowo na wykresie. Średnie wznoszenie kominowe wynosi tutaj 1 m/sek. Wskazanie wariometru 3 m/sek. obejmuje opadanie własne 1,45 m/sek. (dla szybkości lotu 89 km/godz., którą należy zastosować) oraz wielkość duszenia 1,55 m/sek.

Opisane ustawienie kalkulatora oraz wychylenie wskazówki wariometru powoduje, że szybkość przeskoku zostaje dobrana z równoczesnym uwzględnieniem tak wznoszenia, jak i duszenia. Z uwagi na równorzędny wpływ obu tych czynników możemy krążek kalkulatora skręcać względem tarczy wariometru nastawiając go na dowolną wartość średniego wznoszenia kominowego. Ruchem tym sumujemy średnie wznoszenie (w_w) z chwilową wartością duszenia i opadania własnego ($w + w_{ow}$), które to wskaże nam strzałka wariometru.



Rys. 33. Dobór szybkości największego zasięgu.

Znajdywanie szybkości największego zasięgu różni się od doboru szybkości przeskoku tym, że zakładamy szybkość średniego wznoszenia kominowego równą 0. Szybkość lotu zależy w tym wypadku wyłącznie od napotykanych duszeń. Jeżeli zatem nastawimy strzałkę krążka na wartość „0" skali wariometru, wówczas będziemy mogli zależnie od wskazywanego duszenia odczytywać odpowiednią szybkość największego zasięgu (rys. 33).

Zaletą kalkulatora krążkowego jest natychmiastowe podawanie potrzebnych szybkości. Pilot nie musi przy tym odrywać wzroku od przyrządów, a mając krążek odpowiednio nastawiony może wszelkie

dalsze czynności wykonywać bez żadnego zastanowienia lub myślowego przeprowadzania jakichkolwiek obliczeń. Przejście na szybkość największego zasięgu jest bardzo proste i nie wymaga żadnych dodatkowych wykresów lub urządzeń. Znajomość tej szybkości dla każdego prądu duszącego działa na pilota uspokajająco, szczególnie w momentach „kończenia się".

Mimo tak wielkich zalet kalkulatora krążkowego piloci zazwyczaj ustosunkowują się do niego z rezerwą. Powodem tego jest konieczność stałego zgrywania wskazań szybkościomierza ze wskazaniami wariometru, a właściwie kalkulatora. W praktyce okazuje się jednak, że duża dokładność zgrania obu tych przyrządów nie jest potrzebna. Straty poniesione na szybkości przelotowej są bardzo małe, gdyż niedokładność w doborze szybkości przeskoku rzędu do ± 5 km/godz. powoduje stratę na szybkości przelotowej poniżej 0,5 km/godz.

Drugą wadą kalkulatora krążkowego jest zaabsorbowanie pilota stałym śledzeniem przyrządów pokładowych, wskutek czego pilot posiada mniej czasu na obserwację terenu, mapy czy innych szybowców (np. na zawodach). Potrzeba obserwacji terenu w czasie lotu powoduje, że stosowanie kalkulatora krążkowego musi być uzupełniane metodą średnich szybkości przeskoku. Należy zatem zapamiętać odpowiednie dla danych warunków szybkości średnie i stosować je w razie zaabsorbowania innymi czynnościami.

8. Inne metody określania szybkości przeskoku

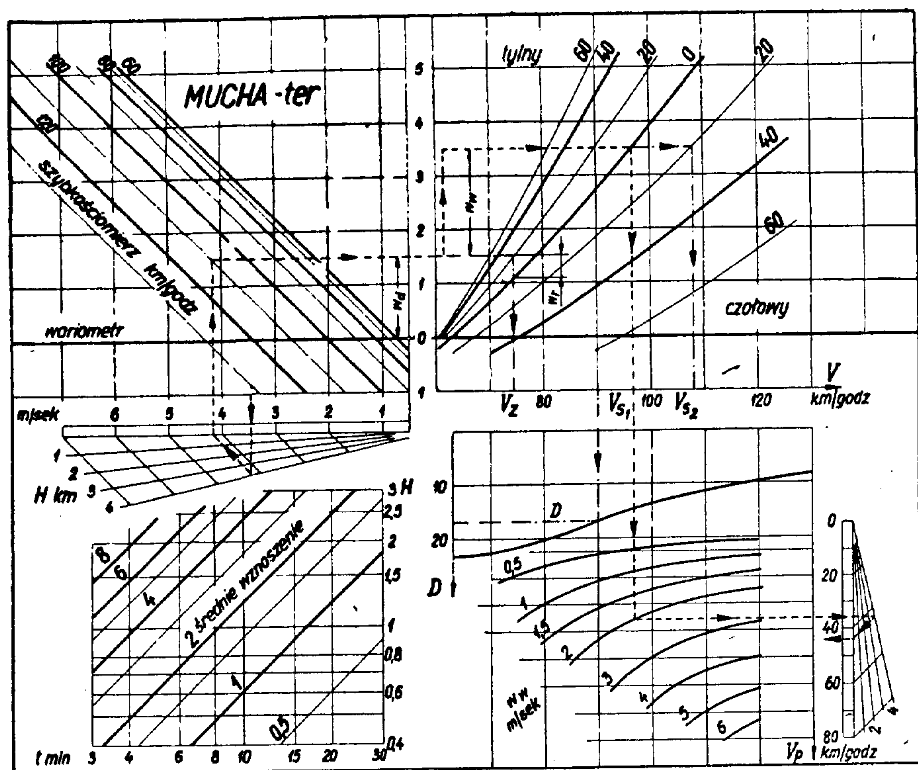
Opisane w poprzednich rozdziałach dwie metody służące do określania szybkości przeskoku są stosowane najczęściej. Poza nimi istnieje wiele innych, jednak mało używanych i stopniowo coraz bardziej zarzucanych. Celem zapoznania z nimi czytelnika zamieszczamy poniżej kilka charakterystycznych metod.

Nomogram A. Zientka

Całość stanowią cztery wykresy umieszczone w poszczególnych ćwiartkach nomogramu. Trzy z nich są ściśle związane ze sobą, natomiast czwarty jest niezależny i pozwala w znany sposób określić wartość średniego wznoszenia kominowego (rys. 34). Nomogramem należy się posługiwać w następujący sposób.

Opadanie szybowca odczytane z wariometru poprawiamy zależnie od wysokości lotu w celu otrzymania jego wartości nominalnej. Poprawkę odczytujemy z części nomogramu znajdującej się bezpośrednio nad wykresem średnich wznoszeń, w sposób analogiczny do

wkreślonego przykładowo (wskazanie wariometru przy wysokości 4 000 m — 3,5 m/sek. opadanie rzeczywiste — 4,2 m/sek.). Następnie należy od otrzymanego opadania rzeczywistego szybowca odjąć jego opadanie własne. Wykonuje się to za pomocą wykresu, znajdującego się w pierwszej ćwiartce nomogramu. Tworzą go proste



Rys. 34. Nomogram A. Zientka dla szybowca Mucha-ter.

pochylone pod kątem 45° przecinające poziomą oś wykresu w punktach odpowiadających opadaniu własnemu z biegunowej szybkości. Wielkość duszenia otrzymujemy korzystając z prostej skośnej odpowiadającej posiadanej w danej chwili szybkości lotu (na wkreślonym przykładzie $V = 110$ km/godz., $w^d = 1,5$ m/sek.).

Przechodząc do drugiej ćwiartki możemy z kolei określić potrzebną szybkość przeskoku względnie największego zasięgu. W pierwszym wypadku należy do wartości duszenia dodać średnie wznoszenie kominowe i następnie za pomocą krzywej „0" odczytać

szukaną szybkość. Na wkreślonym przykładzie $w_w = 2$ m/sek., $V_{s1} = 96$ km/godz. W wypadku lotu z wykorzystaniem wznoszeń związanych z terenem (np. falowych) należy uwzględnić krzywą odpowiadającą istniejącemu wiatrowi (np. przy wietrze czołowym 20 km/godz. otrzymujemy $V_{s2} = 108$ km/godz.). Celem otrzymania szybkości największego zasięgu korzystamy bezpośrednio z wartości duszenia i poprzez krzywą wiatru otrzymujemy szukaną szybkość (dla $U = 20$ km/godz. $V_z = 74$ km/godz.). Odczytywane z wykresu szybkości winny być skoordynowane z odczytem szybkościomierza. Z uwagi na to, że wskazywane przez niego wartości pozorne równają się wartościom nominalnym, poprawka wysokościowa jest tutaj zbędna.

Dla znanej wielkości prądu duszącego możemy za pomocą krzywej „0" oraz krzywej panującego wiatru określić duszenie równoważne. W tym celu z wartości w_d przeprowadzamy poziomą do krzywej wiatru. Opadanie równoważne będzie z różnicą otrzymanej w ten sposób rzędnej oraz rzędnej określonej dla tej średniej szybkości lotu przez krzywą „0".

Trzecia ćwiartka nomogramu służy nam do wyznaczania szybkości przelotowej dla przyjętych warunków meteorologicznych oraz zastosowanej szybkości przeskoku. Używamy do tego krzywych oznaczonych wartościami średnich wznoszeń kominowych. Otrzymaną szybkość przelotową można poprawić zależnie od wysokości lotu. W tym celu posługujemy się umieszczonym z boku wykresem poprawek wysokościowych. Znajdująca się w tej samej ćwiartce krzywa doskonałości (oznaczenie D) służy do określenia doskonałości zależnie od szybkości lotu (np. przy $V = 90$, $D = 17$).

Nomogram Zientka daje możność przeprowadzenia w stosunkowo łatwy sposób prawie wszystkich czynności wykonywanych wykreślnie na biegunowej. Tak wielkiej uniwersalności nie posiada żadna inna metoda. Dlatego też jest on doskonałą pomocą mogącą służyć do naziemnego przygotowania przelotu. Aby otrzymać przeciętne szybkości przeskoku oraz odpowiadające im szybkości przelotowe, określane zazwyczaj za pomocą metody średnich szybkości przeskoku, należy przyjąć odpowiedni współczynnik średnich duszeń b, po czym można znaleźć szukane szybkości w sposób analogiczny do poprzedniego. Wadą opisanego nomogramu jest trudność stosowania go podczas lotu. Konieczność kolejnego odczytywania na trzech wykresach spowodowała, że piloci nastawiają się do nomogramu z góry negatywnie. Mimo to należy oczekiwać, że dokładniejsze zapoznanie się z nim rozszerzy zakres jego zastosowania. Należy jednak z góry zrezygnować z używania nomogramu podczas lotu i ograniczyć się do korzyści wynikających z posługiwania się nim przed lotem, tak dla celów nawigacyjnych jak i dla zapoznania się z możliwościami danego szybowca.

Tabelka szybkości przeskoku

Czasami zdarza się, że startujemy na szybowcu, na którym nie zdążyliśmy zamontować kalkulatora krążkowego. Jeżeli chcemy mimo to stosować tę metodę, możemy w łatwy sposób sporządzić tabelkę, która umożliwi nam znajdywanie potrzebnych szybkości przeskoku. Tabelka ta nie jest wprawdzie tak wygodna w użyciu jak krążek kalkulatora, nie mniej jednak jako urządzenie zastępcze spełnia swoje zadanie zadowalająco.

W górnej części tabelki naniesione są w dwóch rzędach średnie wznoszenia kominowe oraz odpowiadające im czasy potrzebne do „wykręcenia“ 1 000 m. Pionowe kolumny obejmują wskazania wariometru (rys. 35). Po zorientowaniu się podczas lotu w wielkości średniego wznoszenia kominowego decydujemy się na odpowiadającą mu kolumnę wskazań wariometru i odczytujemy z boku potrzebne szybkości przeskoku.

Czas wznosz. na 1000 m →	4'	5,5'	8'	19'	
średnie wznosz. kominowe →	4	3	2	1	V_s
Opadania wg wariometru	+3	+2	+1	0	65
	+2	+1	0	1	74
	+1	0	1	2	82
	0	1	2	3	89
	1	2	3	4	95
	2	3	4	5	101
	3	4	5	6	106
	4	5	6		111
	5	6			116

Szybkości przeskoku

Rys. 35. Tabelka szybkości przeskoku dla szybowca Mucha-ter.

Należy zaznaczyć, że stosowanie tabelek jest znacznie wygodniejsze niż wykresów, gdyż odczytywanie wartości z wykresu następuje pośrednio. Dla danej wartości liczbowej musimy określić odpowiedni punkt na krzywej, a dopiero później odczytujemy szukaną wartość. Przy zastosowaniu tabel możemy potrzebne wartości odczytywać wprost, co wymaga od pilota mniejszego skupienia i pochłania mniej czasu.

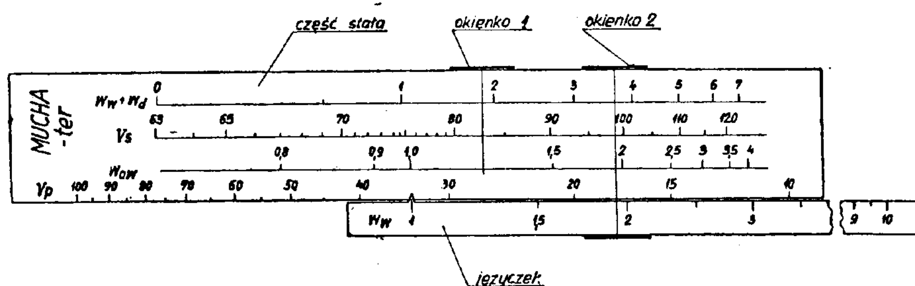
Suwak termiczny

(Opracowany przez K. Nickela — Swajcaria)

Suwak składa się z dwóch części: górnej stałej oraz dolnej (języczka) ruchomej. Na języczku naniesione są w skali logarytmicznej średnie wznoszenia kominowe (w_w). Część górna obejmuje skale: sumy wznoszenia i duszenia ($w_w + w_d$), szybkości przeskoku V_s opadań własnych (w_{o_w}) oraz skalę, na której możemy odczytywać szybkości przelotowe (V_p). Po całej długości suwaka mogą niezależ-

nie poruszać się dwa okienka, z których jedno obejmuje tylko trzy skale górne, natomiast drugie całą szerokość suwaka łącznie z języczkiem (rys. 36).

Po opuszczeniu komina termicznego nastawiamy pierwsze okienko na średnie wznoszenie kominowe i ustalamy szybkość lotu wg



Rys. 36. Suwak termiczny.

wartości otrzymanej na skali V_s. Odpowiednie opadanie własne określa nam skala w_{ow}. Wartość tę odejmujemy od opadania wskazanego przez wariometr. Uzyskaną wielkość prądu duszącego dodajemy do średniego wznoszenia kominowego (zaznaczonego na suwaku dla łatwiejszego zapamiętania pierwszym okienkiem). Na otrzymaną w ten sposób sumę nastawiamy okienko drugie. Jeżeli teraz wartość średniego wznoszenia na języczku ustawimy pod kreską okienka, to nad cyfrą 1 będziemy mogli odczytać posiadaną szybkość przelotową.

Opisany suwak daje wprawdzie możność określania szybkości potrzebnych do obliczeń nawigacyjnych, ale potrzeba podwójnego znajdywania prędkości przeskoku przesądza jego przydatność do stosowania w czasie lotu. Pomijamy tutaj zupełnie trudność obsługi suwaka jedną, wolną w locie, ręką.

9. Konstrukcja tabel i urządzeń pomocniczych

Wykres szybkości przelotowych (rys. 28)

Celem wykresu jest uzyskanie krzywej $V_p = f\,(V_s,\ w_w\,.\ b\,.w_w)$ potrzebnej do tabliczki średnich szybkości przeskoku oraz będącej podstawą rozważań nawigacyjnych. Po przyjęciu współczynnika duszeń międzykominowych obliczamy dla różnych wartości w_w oraz V_s szybkości przelotowe wg wzoru:

$$V_p = \frac{V_s}{1 + b + \frac{w_{ow}}{w_w}}$$

ujmując je w tabelkę:

M U C H A — ter $b = 0,2$

w_w	V_s 60	70	80	90	100	110	120	130
0,5	22,7	24,0	23,5	21,7	19,1	16,7	15,0	13,3
1	31,2	34,0	34,8	33,6	31,1	28,4	26,1	23,7
1,5	35,7	39,5	41,4	41,2	39,3	36,8	34,5	32,1
2	38,5	43,0	45,7	46,4	45,3	43,3	41,4	39,0
3	41,6	47,1	51,1	53,2	53,1	52,6	51,5	49,4
4	43,5	49,3	54,2	57,3	58,7	59,0	58,4	57,2
5	44,6	51,0	56,3	60,2	62,3	63,5	64,2	63,2

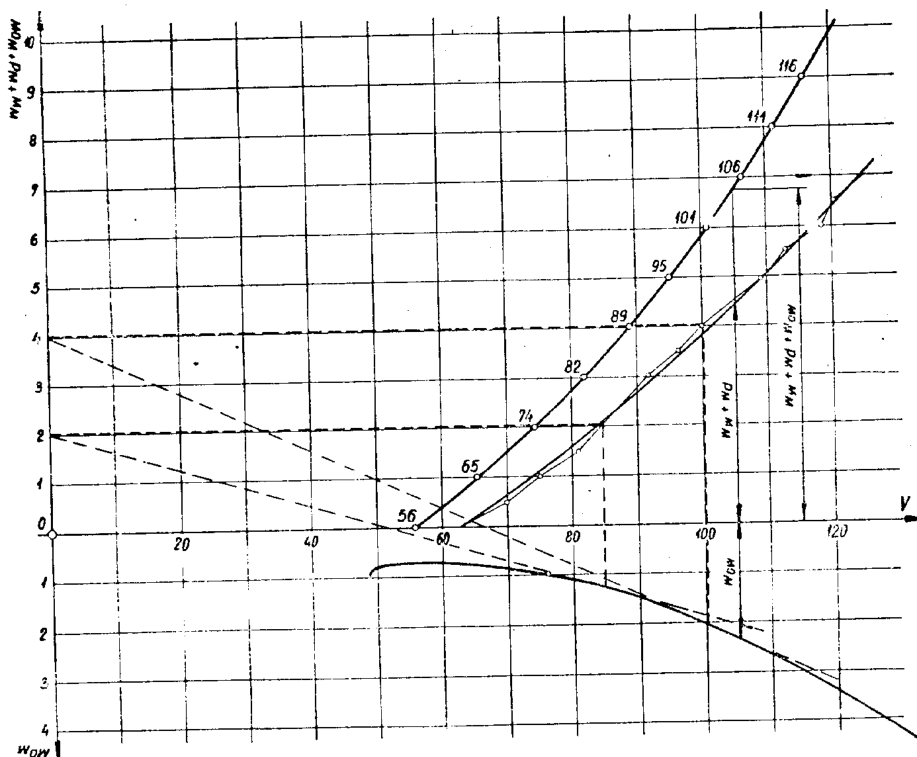
Następnie przystępujemy do wykonania wykresu. Aby uzyskać wystarczającą dokładność, należy posługiwać się większym formatem (np. A 3 = 297 x 420 mm) papieru milimetrowego. Przyjęta podziałka może wynosić tak dla szybkości przelotowej, jak i szybkości przeskoku 4 cm na 10 km/godz.

W zależności od przyjętego średniego wznoszenia kominowego otrzymamy szereg krzywych wyznaczających szybkości przelotowe. Przez połączenie punktów odpowiadających największym V_p powstaje szukana krzywa zależności maksymalnej szybkości przelotowej od średnich wznoszeń, określająca nam równocześnie odpowiednie szybkości przeskoku. Krzywa ta wyznaczona tutaj w układzie współrzędnych V_p, V_s może być w razie potrzeby przeniesiona do układu V_p, w_w. W celu uzyskania większej przejrzystości nanosi się wtedy zależność V_s od w_w na osobnej krzywej (por. tabliczkę średnich szybkości przeskoku).

Graficzne wyznaczenie szybkości dla kalkulatora krążkowego

Na papierze milimetrowym o formacie A3 nanosimy jak najdokładniej wykres biegunowej szybkości. Dokładność taka jest ważna ze względu na późniejsze wyznaczanie punktów styczności. Nawet małe odchylenie biegunowej powoduje, że punkty te przesuwają się

w bardzo znacznym stopniu. Przyjęcie dla osi szybkości podziałki 2,5 cm na 10 km/godz. umożliwia uzyskanie punktu zerowego układu na tej samej kartce papieru. Ustalamy go w ten sposób, aby przy przyjęciu dla szybkości pionowych podziałki 2 cm na 1 m/sek. zachować możność nanoszenia rzędnych: w kierunku ku górze do



Rys. 37. Graficzne wyznaczanie szybkości dla kalkulatora krążkowego.

10 m/sek., ku dołowi do 4 m/sek. Następnie wyprowadzamy z punktów całkowitych wartości $w_w + w$ styczne. Dokładne wyznaczenie punktów styczności jest trudne, dlatego wykreślenie zależności V_s i $w_w + w_d$ nie może nastąpić od razu. Otrzymane punkty tej zależności łączymy najpierw odcinkami prostymi otrzymując w ten sposób pewną linię łamaną. Potrzebną nam krzywą należy teraz tak przeprowadzić, by była ona średnią łamanej wykreślonej poprzednio. W ten sposób eliminujemy większość powstałych błędów. W celu uzyskania szybkości krążkowych (krzywa V) należy dodać do

rzędnych otrzymanej krzywej odpowiednie rzędne wykresu biegunowej.

Kalkulator krążkowy może być wykonany w dwojaki sposób:

a) Pełnym wartościom szybkości przeskoku (np. 60, 70, itd) podporządkowujemy ułamkowe wartości wskazań wariometru. Zaletą tego wykonania jest ułatwiona interpolacja pośrednich wartości szybkości odczytywanych na kalkulatorze.

b) Całkowitym wartościom wskazań wariometru odpowiadają niepełne (np. 56, 65, 74 itd.) wartości szybkości. Wykonanie takie umożliwia większą dokładność odczytu w wypadku nieliniowej skali wariometru. Otrzymane tak szybkości pokrywają się z wartościami opisanej poprzednio tabelki szybkości przeskoku.

Posiadając krzywą V_K możemy wyznaczyć wartości krążkowe dla obu wykonań. Dla wypadku pierwszego przynależne poszczególnym szybkościom wskazania wariometru określone są przez odpowiednie rzędne krzywej. Szybkości dla wykonania drugiego wyznaczone są na krzywej całkowitymi wartościami $w_w + w_d + w_{ow}$.

W zależności od tego, czy posiadamy wariometr o zakresie $\pm$ 5, czy $\pm$ 15 m/sek., krążek kalkulatora wykonujemy ze skalą wewnętrzną lub zewnętrzną. Konieczność zewnętrznej konstrukcji skali kalkulatora w wypadku zakresu wariometru $\pm$ 15 m/sek. spowodowana jest dużym zagęszczeniem podziałki szybkości.

Tabliczka średnich szybkości przeskoku (rys. 30)

Na tabliczce winny znajdować się następujące wykresy: V_p, V_s, V_z oraz biegunowa szybowca. Nie będziemy omawiali tutaj sposobu wykreślania poszczególnych krzywych, ponieważ został on dostatecznie wyjaśniony w innych rozdziałach. Krzywe V_p oraz V_s należy wykonać dla współczynnika duszeń, np.: $b = 0{,}2$, na podstawie wykresu szybkości przelotowych. Krzywa V_z służąca do określenia szybkości najlepszego zasięgu jest identyczna z krzywą szybkości krążkowych V_K; wyznaczenie jej jest zatem analogiczne.

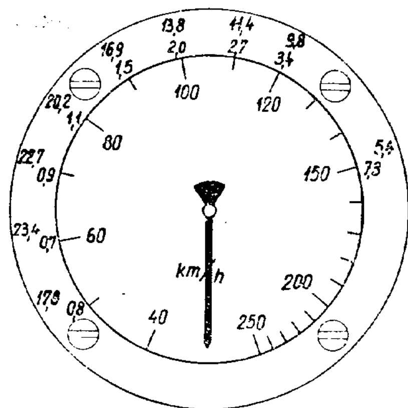
Otrzymaną tabliczkę możemy nalepić na tablicy przyrządów pokładowych lub też przymocować na odwrotnej stronie mapy.

Pierścień opadań i doskonałości na szybkościomierzu

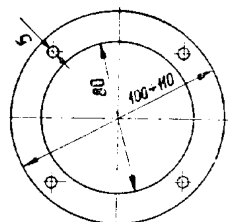
Dużą pomocą w czasie lotu jest pierścień zamontowany na szybkościomierzu z naniesionymi dla różnych szybkości doskonałościami oraz odpowiednimi opadaniami własnymi (rys. 38). Korzystając z naniesionych na nim wartości możemy w przybliżeniu określić po-

siadany zasięg lub zorientować się w wielkości prądu pionowego, w którym się znajdujemy.

Pierścień taki może być wykonany z cienkiej blachy lub kartonu. Średnica otworu winna wynosić 80 mm. Średnicę zewnętrzną przyjmujemy w granicach 100 do 110 mm, tak aby zmieścił się on między sąsiednimi przyrządami pokładowymi. Zamontowanie pierścienia może nastąpić za pomocą śrubek mocujących szybkościomierz. Wielkość potrzebnych otworów oraz ich rozmieszczenie pokazuje rys. 39.



Rys. 38. Pierścień opadań i doskonałości na szybkościomierzu. (Podane wartości odnoszą się do szybowca Mucha-ter).



Rys. 39. Szkic wymiarowy pierścienia opadań i doskonałości.

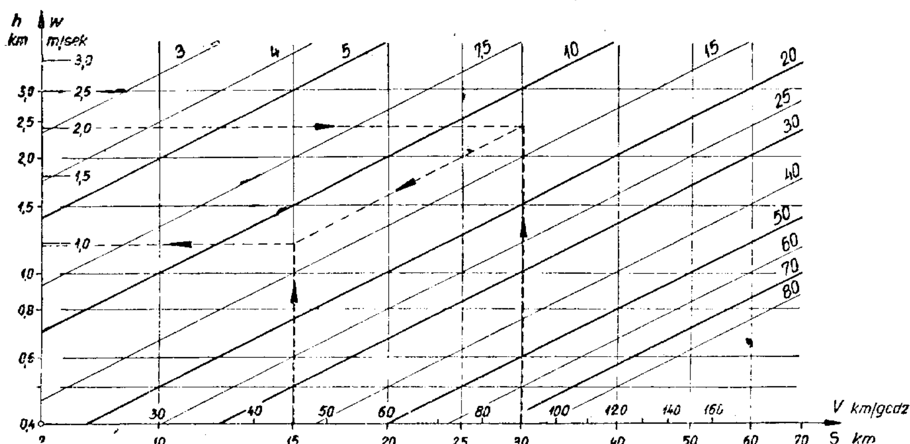
Wykres dolotowy

Zadanie przelotu szybkościowego wymaga jak najracjonalniejszego gospodarowania osiągniętą wysokością. Pociąga to za sobą konieczność właściwego doboru szybkości, jak również potrzebę należytego rozwiązania ostatniej fazy przelotu, którą jest lot ślizgowy nad taśmą mety lub do lądowania. Trzeba tutaj dokładnie określić swój zasięg, a następnie potrzebną do przeprowadzenia lotu ślizgowego wysokość. Czynność tę wykonujemy za pomocą wykresu dolotowego (rys. 40).

Na osi pionowej wykresu naniesione są wysokości oraz opadania szybowca, na osi poziomej odległości oraz szybkości lotu. Proste ukośne oznaczają różne zasięgi. Podczas przeskoków międzykominowych możemy się zorientować wg wskazań wariometru w średniej

wielkości opadań dla stosowanych szybkości. Ponieważ ostatni odcinek przelotu winien być także wykonany na szybkości V_s, przeto możemy przyjąć, że kąt lotu ślizgowego będzie tutaj podobny. Opadanie i szybkość określają nam na wykresie pewien zasięg. Korzystając z odpowiadającej mu prostej możemy dla znanej odległości odczytać wymaganą wysokość.

Stosowanie wykresu wyjaśni przykład. Do lotniska docelowego mamy jeszcze 15 km. Podczas dotychczasowych przeskoków przekonaliśmy się, że wskazanie wariometru wynosi przy szybkości



Rys. 40. Wykres dolotowy.

90 km/godz. około — 2 m/sek. Odczytany zasięg wynosi około 13. Dolot 15 km wymaga zatem 1 200 m wysokości, które należy wykręcić.

Wykres dolotowy można wykonać na papierze milimetrowym formatu A4 (210 x 287 mm). Na osiach wykresu stosujemy skale logarytmiczne. W wyniku tego proste odpowiadające poszczególnym zasięgom są do siebie równoległe. Potrzebne wartości na osiach można łatwo nanieść posługując się podziałkami z suwaka logarytmicznego *. W wypadku skali liniowych otrzymamy pęk prostych przecinających się w punkcie zerowym układu, co utrudnia odczytanie pośrednich zasięgów.

---

* To samo dotyczy wykresu średnich wznoszeń kominowych (rys. 26).

Część III

NAWIGACJA SZYBOWCOWA

1. Znaczenie nawigacji w szybownictwie

Ogół szybowników podchodzi do kwestii nawigacji z rezerwą, uważając ją za zło konieczne. Taki stosunek jest powodem lekceważącego jej traktowania, które wyraża się w najlepszym wypadku niedbałym wykreśleniem trasy na mapie i przyjęciem „na oko" kursu busoli. Wprawdzie niektórzy piloci szybowcowi, traktując nawigację nieco poważniej, poświęcają więcej czasu na przygotowanie nawigacyjne, nie zawsze jednak trafne. W wyniku tego piloci w trakcie przelotu tracą niepotrzebnie czas, starając się w sposób nieumiejętny prowadzić szybowiec po zamierzonej trasie i denerwują się, jeżeli stracili kontakt ze znanym terenem (co często się zdarza). Odzyskanie utraconej orientacji uwarunkowane jest w podobnej sytuacji stopniem inteligencji pilota lub po prostu przypadkiem. Aby ustrzec się przed takimi wypadkami, należy przygotowania nawigacyjne przeprowadzać starannie. Nie powinno się jednak czynić tego przesadnie i przeładowywać je zbędnymi szczegółami. Aby nawigacja szybowcowa dawała rzeczywiście korzystne wyniki, trzeba ją stosować z umiarem. Znajomość wszystkich rozdziałów niniejszej części nie jest wprawdzie konieczna, niemniej jednak pożądane jest zapoznanie się z całością nawigacji zarówno od strony teoretycznej, jak i praktycznej. Dopiero takie opanowanie nawigacji zapewni pilotowi szybowcowemu swobodę w rozwiązywaniu (nawet przybliżonym) zagadnień związanych z prowadzeniem szybowca po trasie i pozwoli na osiągnięcie dobrych rezultatów.

Z nawigacją należy się oswoić do tego stopnia, by umożliwiła wykonanie dalszych i szybszych przelotów niż dotychczas. Musi ona ułatwić i zapewnić osiągnięcie z góry ustalonego celu w różnych warunkach atmosferycznych i w jak najkrótszym czasie, bez względu na siłę i kierunek wiatru.

Nawigacja szybowcowa nie jest przedmiotem zamkniętym w sobie. Należy ją raczej traktować jako część taktyki przelotowej. Stąd dla należytego jej zrozumienia konieczna jest znajomość podstaw teoretycznych taktyki i techniki przelotu szybowcowego.

2. Magnetyzm ziemski

Podstawowym przyrządem nawigacyjnym używanym w lotnictwie sportowym jest busola lotnicza. Zasada działania tego przyrządu oparta jest na zjawiskach zachodzących w polu magnetycznym ziemi. Swoje szerokie zastosowanie zawdzięcza busola przede wszystkim prostej budowie i związanej z nią taniości. Posiada jednak szereg niedociągnięć, które zmuszają użytkownika do gruntownego zapoznania się z zasadami jej działania. W celu ułatwienia naszych rozważań możemy posłużyć się zwykłym magnesem, gdyż jego własności nie różnią się niczym od własności magnetycznych ziemi.

Magnesy dzielimy na dwie zasadnicze grupy:

1) magnesy naturalne,
2) magnesy sztuczne — które powstają wskutek sztucznego magnesowania.

Swobodnie zawieszony magnes ustawia się wzdłuż kierunku północ-południe. Koniec zwrócony na północ nazwano biegunem północnym i oznaczono literą N lub znakiem (+).

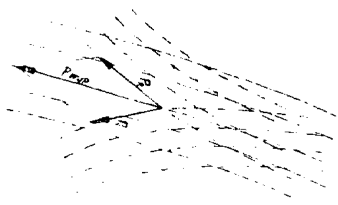
Drugi koniec magnesu nazwano biegunem południowym i oznaczono literą S lub znakiem (—). Z biegunów rozchodzą się we wszystkich kierunkach linie działania sił magnetycznych, wytwarzając w bezpośrednim otoczeniu magnesu pole magnetyczne.

Linie działania sił magnetycznych są niewidoczne, lecz o ich istnieniu można sie przekonać, kładąc np. nasz magnes pod szybke szklaną posypaną drobnymi opiłkami żelaza. Po lekkim wstrząśnięciu szybką opiłki żelazne znajdujące się na płytce tworzą charakterystyczny dla każdego magnesu obraz, uwidaczniający przebieg i rozmieszczenie linii działania sił magnetycznych. Powstanie takiego obrazu tłumaczy się tym, że opiłki żelazne znalazłszy się w polu magnetycznym zostały drogą tzw. indukcji magnetycznej namagnesowane i będąc obecnie małymi magnesikami zachowują się w nim tak, jak uprzednio zawieszony magnes w ziemskim polu magnetycznym.

Indukcja magnetyczna jest jednym ze sposobów sztucznego wytwarzania magnesów. Polega ona na tym, że pręt, który mamy zamiar namagnesować, umieszczamy w silnym polu magnetycznym. Im silniejsze pole, tym szybsze i silniejsze jest namagnesowanie. Na końcu zwróconym do bieguna północnego powstaje biegun południowy, a na końcu zwróconym do bieguna południowego — biegun północny. Zauważono, że pręty żelazne (żelazem nazywamy potocznie stal o niskiej zawartości węgla) magnesują się szybciej niż pręty stalowe, ale równie szybko tracą nabyte własności. Pręty stalowe natomiast zachowują trwale swój magnetyzm. Zdolność łatwego

przystosowania się prętów żelaznych do istniejącego pola magnetycznego dochodzi do tego stopnia, że przy obrocie o 180° dokoła osi poprzecznej pręt żelazny zmienia swą biegunowość. Siła magnesu jest odwrotnie proporcjonalna do odległości ciała przyciąganego od magnesu.

Pola magnetyczne dwu lub więcej magnesów tworzą jedno wypadkowe pole, które jest ich sumą geometryczną (rys. 41) Igła zawieszona w takim zbiorze pól magnetycznych ustawia się wzdłuż linii działania sił magnetycznych pola wypadkowego. Przez odpowiednie ustawienie dwóch pól magnetycznych można uzyskać pole wypadkowe o zerowej wartości.

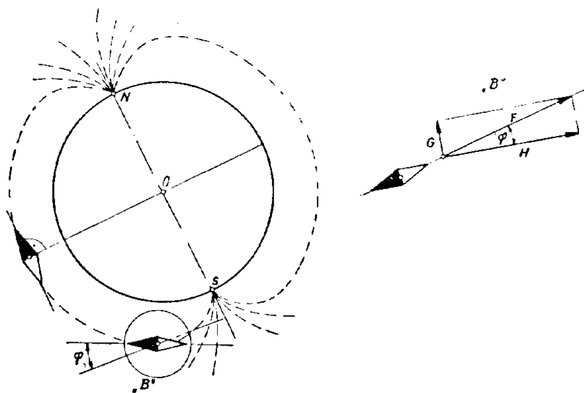


Rys. 41. Składanie pól magnetycznych.

Właściwość tę wykorzystano w praktyce przy usuwaniu szkodliwych i niepożądanych wpływów części stalowych i żelaznych znajdujących się na pokładzie szybowca.

Jak już wyżej wspomniano ziemia jest również magnesem. Igła magnetyczna ustawia się wzdłuż linii działania sił ziemskiego pola magnetycznego (linie działania sił ziemskiego pola magnetycznego nazywamy południkami magnetycznymi).

Kierunek południków magnetycznych nachylony jest do poziomu pod pewnym kątem zwanym inklinacją (φ). Kąt ten jest zmienny i zależy od szerokości geograficznej — w pobliżu równika inklinacja wynosi 0°, a w pobliżu biegunów osiąga swe maksimum 90°.



Rys. 42. Inklinacja.

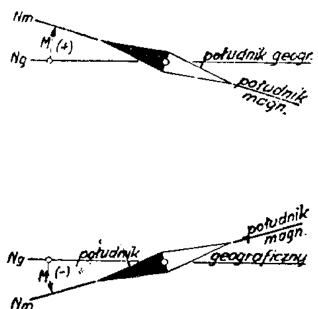
Zjawisko inklinacji tłumaczy rysunek 42. Mianowicie siłę ziemskiego pola magnetycznego „F“ można rozłożyć na dwie składowe. Jedna z nich (*G*) działa w kierunku pionowym, druga (*H*) w kierunku poziomym. Działanie składowych na igłę magnetyczną jest następujące: składowa pionowa odchyla igłę od położenia poziomego; jedynie ona wpływa na wielkość inklinacji. Druga składowa *H* ustala igłę w kierunku *N* — *S*. Oczywiście pożądane jest, aby siła *H* była możliwie największa, a siła *G* jak najmniejsza. Najkorzystniejsze pod tym względem są okolice równika, bo tam właśnie siła *G* ma wartość najmniejszą.

Na pozostałych szerokościach geograficznych igła odchyla się względem poziomu w dół na półkuli północnej swym końcem północnym, a na południowej — swym końcem południowym. Inklinacja w pobliżu Warszawy wynosi około 60°.

Igła magnetyczna ustawia się wzdłuż południków magnetycznych. Niestety jednak bieguny magnetyczne i geograficzne nie pokrywają się ze sobą. Z tego wynika, że busola nie wskazuje dokładnie kierunku północnego. Różnicę między północnym kierunkiem południka magnetycznego a geograficznego nazywamy deklinacją odchyleniem lub zboczeniem magnetycznym i oznaczamy przez „M“. Deklinacja zmienia się wraz ze zmianą położenia geograficznego. Jeśli kierunek północny południka magnetycznego leży po wschodniej stronie północnego kierunku południka geograficznego, to zboczenie magnetyczne nazywamy dodatnim (+), a jeśli po zachodniej stronie — ujemnym (—).

Zmienność zboczenia magnetycznego dotyczy zarówno jego wartości bezwzględnej, jak i jego znaku. Deklinacja zmienia się również z czasem. Powodem tego jest oddziaływanie innych planet na ziemskie pole magnetyczne.

Dla pilota przygotowującego się do przelotu znajomość inklinacji danego miejsca nie jest konieczna. Pożądana jest natomiast znajomość deklinacji miejsca startu i lądowania. Potrzebne jest to dla przeniesienia wyników obliczeń dokonanych przy użyciu mapy na przyrządy nawigacyjne, których zasada działania oparta jest na zjawiskach magnetycznych. Kąt drogi, zmierzony na mapie od południka geograficznego, różni się o wartość deklinacji w danym miejscu od magnetycznego kąta drogi mierzonego od północnego



Rys. 43. Deklinacja dodatnia i ujemna.

kierunku południka magnetycznego. Jeślibyśmy zatem nie uwzględnili wartości zboczenia magnetycznego i prowadzili szybowiec po kursie zmierzonym na mapie, to zboczylibyśmy od zamierzonej trasy właśnie o wartość deklinacji.

Zmiany deklinacji podawane są na specjalnych mapach zboczenia magnetycznego. Podane na nich są również roczne zmiany zboczenia. Wartości deklinacji przedstawione są tam w postaci linii łączących miejscowości o tym samym zboczeniu magnetycznym (tzw. izogony). Deklinację danego miejsca otrzymujemy przez odczytanie cyfry podanej na izogonie położonej najbliżej szukanej miejscowości.

Niektóre mapy przelotowe zaopatrzone są również w izogony przedstawione jako czarne przerywane linie oznaczone cyframi i znakami określającymi deklinację. Używanie takich map przelotowych jest bardzo wygodne, gdyż unika się wtedy korzystania ze specjalnych map zboczeń magnetycznych.

Nie zawsze jednak deklinacja odczytana z mapy przelotowej zgadza się z rzeczywistością.

Błąd ten powstaje w związku ze zmiennością deklinacji w czasie. Aby powstały błąd sprostować, należałoby znać roczną zmianę deklinacji. Mnożąc tę zmianę przez ilość lat, która upłynęła od daty wydania mapy, otrzymamy wartość, która dodana do deklinacji naznaczonej na naszej mapie da dopiero rzeczywistą wartość zboczenia magnetycznego. W wypadku przelotów szybowcowych uwzględnianie rocznych zmian deklinacji jest zbyteczne, gdyż po pierwsze zmiany te są nieznaczne, a po drugie mapy przelotowe wydawane są w stosunkowo krótkich okresach czasu (ze względu na konieczność nanoszenia na nich powstałych zmian terenowych).

Problem poprawki deklinacji pojawia się więc dopiero w wypadku korzystania ze starych map. Nie trzeba chyba zwracać uwagi na to, że korzystanie ze starych map przelotowych utrudnia zarówno obliczanie kursu, jak i orientację. W interesie każdego pilota-przelotowca leży więc zaopatrzenie się w najnowsze wydanie map przelotowych.

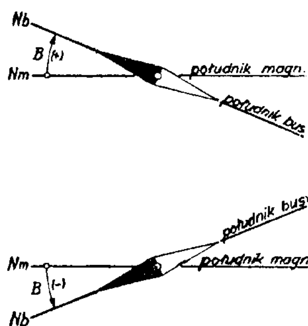
Położenie Polski na mapie zboczeń magnetycznych jest bardzo korzystne. Izogony biegnące z północy na południe przybierają obecnie wartości od około —3° na zachodzie kraju do około +2° w dzielnicach wschodnich.

Izgona 0° przebiega mniej więcej obok południka geograficznego przechodzącego przez Warszawę. Można więc śmiało pominąć deklinację w obliczeniach nawigacyjnych przelotów dokonanych na naszym terytorium, nie narażając się na większe błędy, tym bardziej że praktycznie niemożliwe jest utrzymanie kursu busoli na szybowcu z tolerancją 5°.

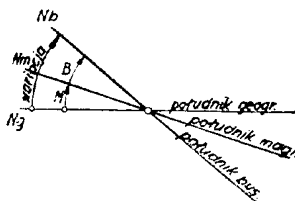
3. Busola

Poznane w poprzednim rozdziale własności igły magnetycznej odnoszą się również do busoli lotniczej. Jednak poza usterkami wynikającymi z wpływu ziemskiego pola magnetycznego busola lotnicza posiada jeszcze inne niedociągnięcia spowodowane jej budową i montażem na szybowcu.

Najwięcej kłopotu sprawia błąd busoli, który spowodowany jest zamontowaniem jej w otoczeniu metalowych części szybowca. Skutek jest taki, że oś igły magnetycznej nie ustawia się dokładnie wzdłuż południka magnetycznego, lecz wzdłuż tzw. południka busoli, który jest linią działania siły wypadkowego pola magnetycznego, pochodzącego od części stalowych i żelaznych szybowca, oraz ziemskiego pola magnetycznego. Powstaje w ten sposób pole magnetyczne szybowca. Różnicę między północnym kierunkiem południka magnetycznego a północnym kierunkiem południka busoli nazywamy dewiacją (B). Dewiacja zmienia swój znak i wartość wraz ze zmianą kursu szybowca. Jeżeli północny koniec igły magnetycznej leży po stronie prawej północnego kierunku południka magnetycznego, to dewiacja jest dodatnia (+), a jeśli leży po jego stronie lewej — ujemna (—) (rys. 44).



Rys. 44. Dewiacja dodatnia i ujemna.



Rys. 45. Wariacja.

Zatem oś igły magnetycznej busoli odchylona jest o dwie odchyłki od południka geograficznego, mianowicie o odchyłkę deklinacyjną, zależną od położenia geograficznego oraz o odchyłkę dewiacyjną zależną od kursu szybowca. Suma algebraiczna tych dwóch odchyłek daje zboczenie wypadkowe zwane wariacją i podające wartość odchylenia południka busoli od południka geograficznego (rys. 45).

Wartość wariacji zmienia się wraz ze zmianą położenia geograficznego i kursu szybowca.

Dewiację można tylko częściowo skompensować. Idealnie wykompensowana busola nie posiada żadnych odchyłek dewiacyjnych. Aby to osiągnąć, musielibyśmy za pomocą magnesów dewiacyjnych wytworzyć takie pole magnetyczne, które usuwałoby wpływ części żelaznych i stalowych szybowca. Jest to jednak niemożliwe ze względu na zmienne w zależności od kursu natężenie pola magnetycznego części żelaznych.

Nieusuwalne odchyłki nanosi się na wykres dewiacyjny, którym posługujemy się przy obliczaniu kursu busoli.

W konstrukcji busoli wzięto pod uwagę jej przydatność do przystosowania się do wszelkich warunków mogących zaistnieć w czasie lotu. Chodziło przede wszystkim o czułość i prawidłowość wskazań w wirażach, w burzliwej atmosferze itd.

W szybownictwie używane są wyłącznie busole do użytku pilotów, z bocznym odczytem podziałki (w odróżnieniu od busol do użytku nawigatorów z poziomym odczytem róży wiatrów). Istnieje wprawdzie dużo typów busol różniących się pewnymi szczegółami konstrukcyjnymi, jednak wszystkie zbudowane są według jednakowych zasad. W ich budowie można wyróżnić następujące zasadnicze elementy:

a) układ pływakowy	1. magnesy
	2. pływak z igłą nośną
	3. pierścień podziałki kursowej
	4. tłumiki wahań pływaka
b) obudowa	5. podstawka z łożyskiem
	6. puszka
	7. szybka z kreską kursową
c) urządzenia dodatkowe	8. komora kompensacyjna.
	9. urządzenia dewiacyjne.

Często można spotkać busole zaopatrzone w urządzenie do oświetlania podziałki kursowej.

Zadanie igły magnetycznej spełnia układ pływakowy, składający się z jednej lub więcej par silnych magnesów prętowych ułożonych równolegle do osi (południka) busoli, pierścienia z naniesioną podziałką kursową i pływaka wraz z igłą nośną. Cienkie druciki łączące pierścień podziałki z pływakiem służą zarazem do tłumienia wahań całego systemu pływakowego. Ostrze igły nośnej, zaokrąglone promieniem wynoszącym około 0,1 do 0,2 mm, wspiera się powyżej środka ciężkości układu pływakowego na łożysku wykonanym z półszlachetnego kamienia (szafir, agat).

Łożysko umieszczone jest na podstawce zamocowanej na dnie puszki tak, aby drgania (wstrząsy) szybowca nie przenosiły się na pływak. W przedniej części puszki znajduje się szybka z kreską kursową. Puszka wypełniona jest cieczą, której gęstość dobrana jest odpowiednio do objętości i ciężaru całego systemu pływakowego. O doborze cieczy decyduje między innymi również punkt krzepnięcia cieczy. Najczęściej do tego celu używane są: alkohol, nafta ligroina. Puszka musi być hermetycznie zamknięta i dokładnie wypełniona cieczą. Napełnienie reguluje urządzenie wyrównujące wahania cieczy, wynikłe ze zmian temperatury. Składa się ono zazwyczaj z puszki membranowej. Urządzenie dewiacyjne, służące do kompensacji wskazań busoli, umieszczone jest pod lub nad puszką.

Busolę charakteryzują cztery zasadnicze cechy:

1) współczynnik tłumienia,
2) czas uspokojenia,
3) kąt pociągania cieczy,
4) zastój pływaka.

Pływak busoli wytrącony z położenia równowagi stara się wrócić do pierwotnego stanu. Wracając nabywa pewną ilość energii kinetycznej, która wychyla go w stronę przeciwną. Istniejące opory powodują tłumienie tych wahań. Stosunek wychylenia poprzedniego do bezpośrednio następującego nazywamy współczynnikiem tłumienia busoli.

Pożądane jest, aby współczynnik tłumienia miał wartość jak największą, gdyż wtedy busola uspokaja się już po kilku wahnięciach. Przez wstawienie odpowiedniej ilości tłumików można zwiększyć siłę tłumiącą do tego stopnia, że pływak powraca do pierwotnego położenia już po jednym wahnięciu. Są to busole aperiodyczne.

Czas uspokojenia busoli jest to czas potrzebny do zupełnego uspokojenia pływaka wytrąconego z równowagi. Dla busoli szybowcowej winien on być możliwie krótki. W przeciwnym razie pilot może napotkać duże trudności przy wyprowadzaniu szybowca z krążenia na żądany kurs (szczególnie w lotach bez widoczności ziemi). Nawet należyte utrzymywanie kursu wymaga wtedy dużej wprawy i wysiłku.

Jeśli obrócimy busolę o 360°, wówczas ciecz, przenosząc ten ruch poprzez tłumiki na pływak, wychyla go o pewien kąt zwany kątem pociągania cieczy.

Pływak nie powraca jednak dokładnie do pierwotnego położenia. Istniejące tarcie zatrzymuje go wcześniej. Powstałe odchylenie nazywamy zastojem pływaka.

Dobrą busolę powinien charakteryzować duży współczynnik tłumienia, możliwie krótki czas uspokojenia, mały kąt zastoju i po-

ciągania cieczy. Niestety idealnego stanu osiągnąć nie można, powyższe bowiem współczynniki zależą od kształtu i ciężaru pływaka. Zmiana kształtu pływaka na korzyść jednego z nich wywrze ujemny wpływ na pozostałe elementy.

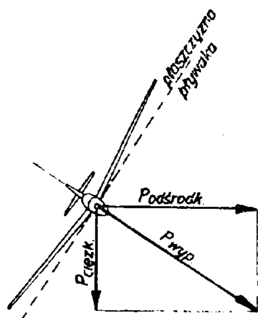
Nowoczesne busole szybowcowe posiadają następującą charakterystykę:

1. Czas uspokojenia 10÷20 sekund (mniejsze wartości odnoszą się do busol aperiodycznych).
2. Współczynnik tłumienia — powyżej 5.
3. Kąt pociągania cieczy — poniżej 15° (przy pełnym obrocie w czasie 10 sekund).
4. Zastój pływaka — poniżej 1°.

Podziałka kursowa powstaje przez podzielenie obwodu pierścienia na 360° (części), przy czym kątowi 0° i 360° odpowiada kierunek N, kątowi 90° — kierunek E, kątowi 180° — kierunek S i kątowi 270° — kierunek W. Kreski kursowe umieszczone są w odstępach 5-stopniowych. Kreski rozstawione w kolejnych trzydziestostopniowych odstępach oznaczone są cyfrą podającą dziesięciokrotnie zmniejszoną wartość kursu, tzn., że cyfra 18 oznacza kurs 180°, a cyfra 30 — kurs 300°.

Kurs odczytuje się pod kreską kursową umieszczoną pomiędzy szybką a pierścieniem podziałki. Jeżeli kreska kursowa nie leży w płaszczyźnie symetrii szybowca, wówczas odczyt kursu będzie błędny (zjawisko paralaksy). Istniejące przesunięcie nazywamy błędem ustawienia busoli (Δ).

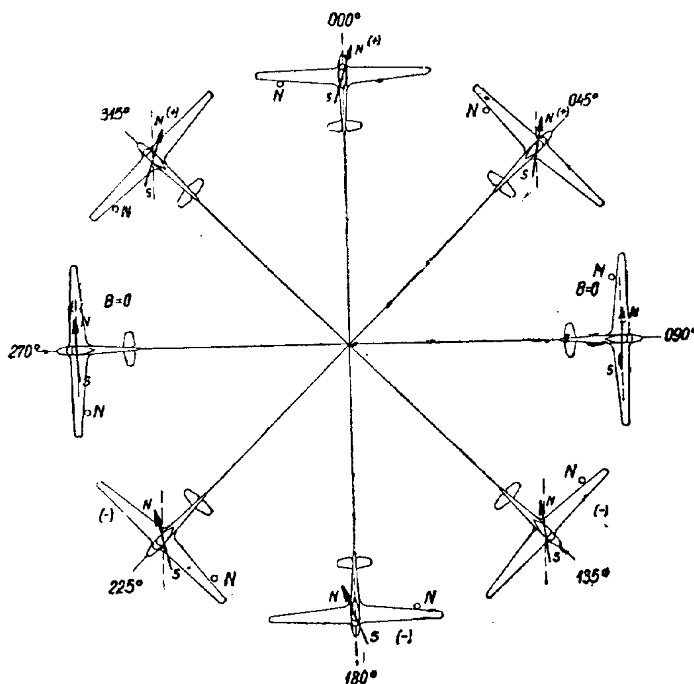
Dużo kłopotu przysparza młodym pilotom tzw. „błąd północy" polegający na tym, że na kursach północnych busola reaguje leniwie na zmiany kierunku, a na kursach południowych wykazuje dużą ruchliwość. Pochodzi to stąd, że płaszczyzna pływaka odchyla się w skręcie od poziomu wskutek powstałego przyśpieszenia odśrodkowego. Odchylenie to jest tym większe, im głębsze jest pochylenie szybowca podczas wykonywanego skrętu.



Rys. 46. Położenie płaszczyzny pływaka busoli w krążeniu.

Odchylony pływak, posiadający środek ciężkości poniżej punktu podparcia, ma wtedy swobodę obrotu dokoła pozornego pionu. Wtedy końce północne magnesów busoli, znajdujące się pod działaniem pionowej składowej (G) ziemskiego pola magnetycznego, wychylają się w dół, powodując obrót pływaka. Pływak, obracający się zatem w tym samym co i szybowiec kierunku, sprawia wrażenie nieczułości busoli. Kreska kursowa podąża wówczas za pływakiem. Przesunięcie więc wzajemne określające wielkość zmian kierunku

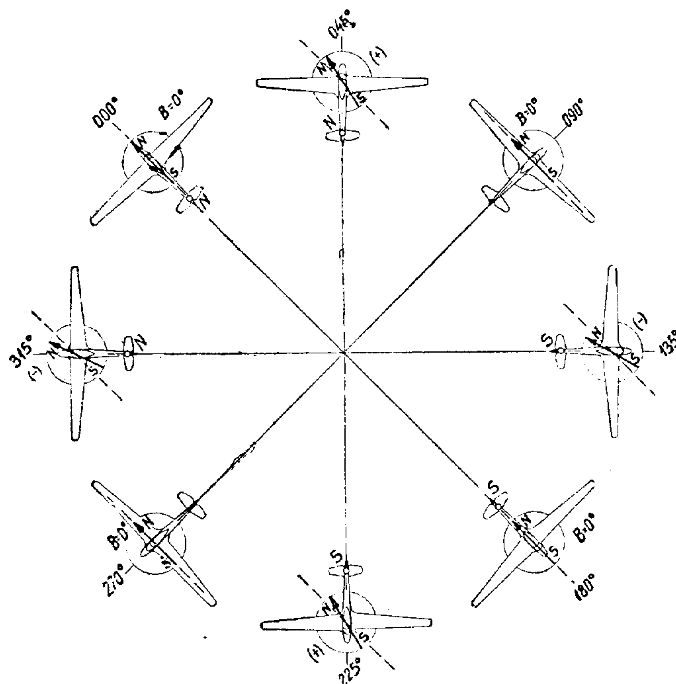
będzie mniejsze. Takie zjawisko zachodzi właśnie na naszej półkuli na kursach północnych. Natomiast skręty wykonywane na kursach południowych powodują obrót pływaka przeciwny do kierunku skrętu. Pierścień podziałki porusza się tu względem kreski kursowej szybciej. Powstaje złudzenie wzmożonej ruchliwości busoli. Na półkuli południowej zachodzi zjawisko odwrotne, wychylane są bowiem nie północne końce magnesów, ale południowe.



Rys. 47. Dewiacja półokrężna.

Wspomniano już wyżej, że dewiacja zmienia się wraz ze zmianą kierunku szybowca. Przyczyną tego jest zmienność natężeń i kierunków działania wypadkowych sił magnetycznych części stalowych i żelaznych, przy czym inny wpływ na busolę wywierają części stalowe, a inny części żelazne. Rozróżniamy zatem dwie grupy elementów wywierających odmienny wpływ na busolę. Pierwsza z nich (części stalowe szybowca) charakteryzuje się stałym polem magnetycznym, niezależnym od położenia płatowca wobec południków magnetycznych. Oddziaływanie tej grupy można zastąpić

dwoma odpowiednio umiejscowionymi i odpowiednio silnymi biegunami magnetycznymi, z których jeden działa wzdłuż osi podłużnej szybowca (biegun podłużny), a drugi wzdłuż osi poprzecznej (biegun poprzeczny). Odmienne właściwości wykazuje grupa druga złożona z części żelaznych szybowca. Natężenie składowych pól magnetycznych jest proporcjonalne do cosinusa kąta zawartego między osią podłużną danego elementu żelaznego a południkiem



Rys. 48. Dewiacja ćwierćokrężna

magnetycznym. Przy kącie równym 90° (położenie prostopadłe) natężenie maleje do zera. Powyżej 90° bieguny zmieniają swój znak. Działanie tej grupy można również zastąpić dwoma biegunami (poprzecznym i podłużnym), z tym że ich natężenie i znaki będą zmienne. Dewiację wywołaną magnesami stałymi nazywamy półokrężną lub półkołową, a dewiację spowodowaną częściami żelaznymi — dewiacją ćwierćokrężną lub ćwierćkołową.

Na rys. 47 podany jest przykład dewiacji półokrężnej, wywołanej stałym biegunem *N* umiejscowionym na lewym płacie. Przy-

ciąga on końce południowe magnesów busoli z pewną stałą siłą. Powstałe odchylenie ma wartość dodatnią na kursach od 270° do 90°. Na pozostałych kierunkach wartość dewiacji jest ujemna. Dwa razy dewiacja jest równa zeru. Stąd pochodzi jej nazwa (półokrężna, półkołowa).

Dewiację ćwierćokrężną, wywołaną zmiennymi biegunami magnetycznymi, przedstawia rysunek 48.

Odchyłki dewiacyjne zmieniają w tym wypadku cztery razy swój znak i czterokrotnie są równe zeru. Tym właśnie różni się dewiacja ćwierćokrężna od półokrężnej i stąd pochodzi jej nazwa.

Zmniejszenie odchyłek dewiacyjnych uzyskuje się przez odpowiednie ustawienie w puszce kompensacyjnej specjalnie do tego celu przeznaczonych magnesów. Ich pola redukują częściowo wpływ poprzecznych i podłużnych biegunów magnetycznych szybowca na pływak busoli.

Kompensacje wskazań busoli należy rozpocząć od sprawdzenia jej charakterystyki. Zazwyczaj ogranicza się tę czynność do sprawdzenia czasu uspokojenia i zastoju pływaka. W tym celu odchylamy pływak za pomocą magnesu o 90°. Zmierzony stoperem czas powinien mieścić się w przewidzianych dla badanej busoli granicach. Po uspokojeniu się pływaka odczytujemy wskazywany kurs. Różnica pomiędzy poprzednim wskazaniem busoli a obecnym jest zastojem pływaka. Zastój nie może przekroczyć 2°. Większe zastoje świadczą o zużyciu ostrza igły nośnej lub o złym doborze cieczy.

Rys. 49. Dewiacja jako różnica KM i KB.

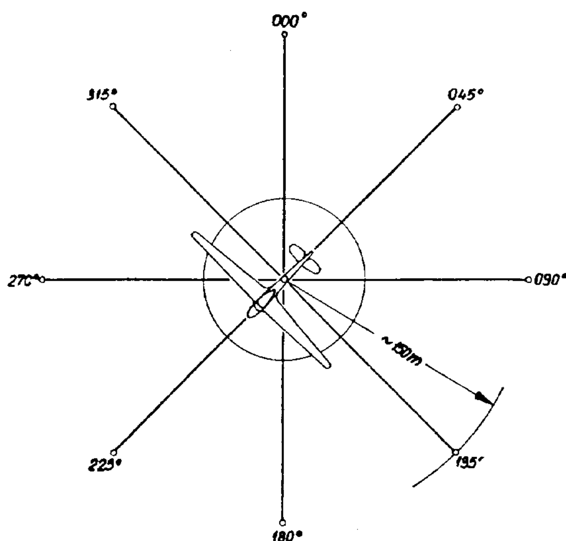
Po sprawdzeniu działania busoli ustalamy odchyłki dewiacyjne na poszczególnych kursach, traktując je jako kąty zawarte między kursem magnetycznym *KM* a kursem busoli *KB* *.

$$B = KM - KB$$

Aby zatem określić wielkość dewiacji, musimy znać kurs magnetyczny i odpowiadający mu kurs busoli. Wartość KB odczytu-

* Kursem nazywamy kąt zawarty między północnym kierunkiem południka a osią podłużną szybowca. Wielkość jego mierzymy w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara. Nazwa kursu jest ściśle związana z nazwą południka. Definicja ta jest słuszna tylko dla powyższego wypadku. Ściśle określenie kursu znajdzie czytelnik w rozdziale „Wielkości przyjęte w nawigacji".

jemy wprost z busoli. Magnetyczne kursy oznacza się za pomocą wbitych w ziemię palików lub wymalowanych pasów w pewnej części lotniska, przeznaczonej do kompensowania busol. Miejsce to winno być możliwie równe i odległe od zabudowań lotniskowych co najmniej o 100 metrów.



Rys. 50. Schemat stanowiska kompensacji busoli.

Na obwodzie koła o promieniu około 150 m wbija się paliki, tak aby linie łączące je ze środkiem tworzyły z południkiem magnetycznym kąty 000°, 045°, 090°, 135°, 180°, 225°, 270°, 315° (rys. 50).

Szybowiec ustawia się wzdłuż wytyczonych kursów magnetycznych. Odejmując każdorazowo od nich wskazania busoli na tymże kursie otrzymujemy wartości odchyłek dewiacyjnych na ośmiu głównych kierunkach. Znaki dewiacji są dodatnie, jeśli kurs magnetyczny jest większy od kursu busoli, i ujemne, jeśli jest mniejszy. Wyliczone odchyłki wpisujemy w rubryce B tabelki przedstawionej na rys. 51.

KM	000°	045°	090°	135°	180°	225°	270°	315°
B_1	-1	-3	-1	+2	+6	+4	+1	-3
B	+3	+5	+4	+1	-2	-6	-2	+2

Rys. 51. Tabelka odchyłek busoli.

Następnie obliczamy wielkość błędu ustawienia busoli według wzoru:

$$\Delta = \frac{B45^0 + B90^0 + \ldots\ldots + B0^0}{8}$$

gdzie $B\ 0°$, $B\ 45°$ . . . . . $B\ 315°$ — dewiacje na kursach 000°, 045° itd.

Dodatni znak błędu ustawienia wskazuje na to, że na ogół wszystkie kursy busoli są mniejsze od odpowiednich kursów magnetycznych. Należy w tym wypadku wskazywane przez busolę kursy powiększyć przez przesunięcie kreski kursowej w kierunku kursów większych o wyliczoną wartość stałego błędu ustawienia. Wystarczy więc skręcić busolę w prawo przez podłożenie odpowiednich podkładek pod śruby mocujące. Przy ujemnym błędzie ustawienia busolę należy skręcić w lewo.

Po usunięciu błędu ustawienia wszystkie odchyłki dewiacyjne zmieniają się o wielkość kąta skręcenia busoli, tak że niekiedy dalsza kompensacja jest zbyteczna. Nowe wartości dewiacji oblicza się, odejmując algebraicznie stały błąd ustawienia od poszczególnych poprzednich odchyłek.

$B_p = B - \Delta$

Δ — stały błąd ustawienia

B — dewiacja przed usunięciem błędu ustawienia

B_p — dewiacja po usunięciu błędu ustawienia.

Zmniejszenie dewiacji (kompensację) przeprowadza się najprościej w następujący sposób:

a) Szybowiec ustawiamy na kurs magnetyczny 000° — (360°). Za pomocą śrubokrętu obracamy poprzeczne magnesy przyrządu dewiacyjnego (oznaczone są literami *NS*), aż kreska kursowa pokryje kąt 0° na pierścieniu podziałki.

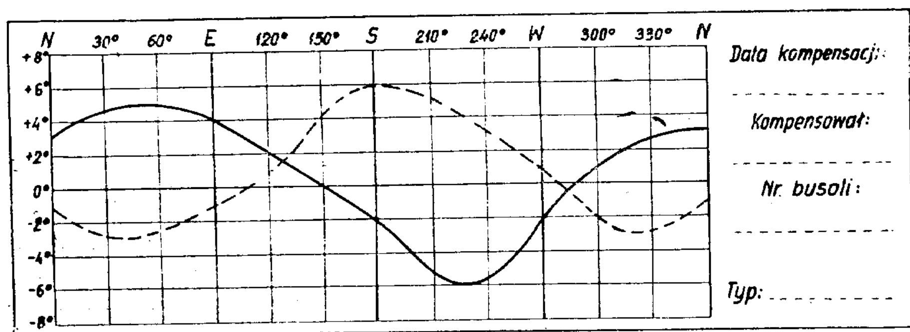
b) Ustawiamy szybowiec na kurs magnetyczny o 90° (*E*). Skręcaniem podłużnych magnesów (z napisem *EW*) pokrywamy cyfrę 90° pierścienia podziałki z kreską kursową.

c) Ustawiamy szybowiec na kursie magnetycznym 180° (*S*). Odchyłkę dewiacyjną zmniejszamy o połowę jej wartości przez obracanie magnesów poprzecznych (*NS*).

d) Ustawiamy szybowiec na kursie magnetycznym 270° (*W*). Zauważoną odchyłkę zmniejszamy również tylko o połowę jej wartości ruchem magnesów podłużnych (*EW*).

Następnie ustawiamy szybowiec na ośmiu głównych kursach magnetycznych i określamy w sposób podany wyżej wartości od-

chyłek dewiacyjnych. Wyniki notujemy również w tabelce. Na podstawie tabelki sporządzamy tzw. wykres dewiacji (rys. 52).



Rys. 52. Wykres kompensacji busoli.

Wykres powstaje przez połączenie linią ciągłą lub łamaną punktów naniesionych na podstawie tabelki dewiacyjnej. Na rys. 52 wykreślono dwie linie. Linia ciągła oznacza dewiację zauważoną przy wyłączonych elektrycznych przyrządach pokładowych (sztuczny horyzont, skrętomierz). Linia przerywana odpowiada dewiacji wywołanej wpływem pól elektromagnetycznych pracujących przyrządów. Odchyłki dewiacyjne spowodowane tymi polami wpisujemy w rubrykę B_1 znanej już tabelki dewiacyjnej (rys. 51).

Wykres dewiacyjny służy do określenia dewiacji na dowolnym kursie magnetycznym.

Kompensację busoli można ułatwić używając do wyznaczenia kursów magnetycznych specjalnie do tego celu przystosowanego kompasu, tzw. pelengatora. Podczas kompensacji wskazane jest zachowywanie w miarę możliwości następującej kolejności czynności:

1) przygotowanie miejsca,
2) sprawdzenie działania busoli,
3) wstępne określenie dewiacji,
4) obliczenie i usunięcie błędu ustawienia,
5) zmniejszenie dewiacji,
6) ostateczne określenie dewiacji,
7) sporządzenie wykresu dewiacyjnego.

Przykład.

Należy skompensować wskazania nieużywanej dotychczas busoli.

Postępując wg podanych wyżej wskazówek przygotowujemy miejsce kompensacji i sprawdzamy działanie busoli. Czasy uspokojenia i zastojów pływaka mieszczą się w przewidzianych dla nich

granicach. Określamy zatem dewiację ustawiając szybowiec wzdłuż wytyczonych kursów magnetycznych.

Wartości odczytane są następujące:

$KM = 000°$	$KB = 018°$	$B = 000° - 018° = -18°$
$KM = 045°$	$KB = 054°$	$B = 045° - 054° = -9°$
$KM = 090°$	$KB = 092°$	$B = 090° - 092° = -2°$
$KM = 135°$	$KB = 120°$	$B = 135° - 120° = +15°$
$KM = 180°$	$KB = 175°$	$B = 180° - 175° = +5°$
$KM = 225°$	$KB = 213°$	$B = 225° - 213° = +12°$
$KM = 270°$	$KB = 281°$	$B = 270° - 281° = -11°$
$KM = 315°$	$KB = 328°$	$B = 315° - 328° = -13°$

Błąd ustawienia busoli wynosi:

$$\Delta = \frac{-18 - 9 - 2 + 15 + 5 + 12 - 11 - 13}{8} = -\frac{21}{8} \cong -3°$$

Skręcamy więc busolę o 3° w lewo.

Następnie przystępujemy do zmniejszenia dewiacji. Na kursach magnetycznych 000° i 090° zmniejszamy wielkości odchyłek do 0. Na kursie magnetycznym 180° busola wskazuje 188°. Zmniejszamy więc kurs busoli o połowę odchyłki dewiacyjnej, tj. o 4°. Busola wskazywać będzie wtedy 184°. Na kursie magnetycznym 270° busola wskazuje 264°. Korygujemy więc kurs busoli na 267°.

Z kolei ustawiamy ponownie szybowiec wzdłuż ośmiu głównych kursów magnetycznych i odczytujemy kursy busoli przy pracujących i wyłączonych elektrycznych przyrządach pokładowych. Odczytujemy następujące wartości:

	Przyrz. włączone		**Przyrz. wyłączone**	
$KM = 000°$	$KB_1 = 361°$	$B_1 = -1°$	$KB = 357°$	$B = +3°$
$KM = 045°$	$KB_1 = 48°$	$B_1 = -3°$	$KB = 40°$	$B = +5°$
$KM = 090°$	$KB_1 = 91°$	$B_1 = -1°$	$KB = 86°$	$B = +4°$
$KM = 130°$	$KB_1 = 133°$	$B_1 = +2°$	$KB = 136°$	$B = +1°$
$KM = 180°$	$KB_1 = 174°$	$B_1 = +6°$	$KB = 182°$	$B = -2°$
$KM = 225°$	$KB_1 = 221°$	$B_1 = +4°$	$KB = 231°$	$B = -6°$
$KM = 270°$	$KB_1 = 269°$	$B_1 = +1°$	$KB = 272°$	$B = -2°$
$KM = 315°$	$KB_1 = 318°$	$B_1 = -3°$	$KB = 313°$	$B = +2°$

Odczytane wyniki zestawiamy w tabelce (rys. 51).

Przebieg odpowiednich krzywych dewiacji obrazuje rys. 52.

Wykres dewiacyjny umieszczamy na tablicy przyrządów możliwie blisko busoli, aby łatwo odczytać dewiację na dowolnych kursach magnetycznych. Aby np. wiedzieć, ile wynosi dewiacja na

kursie 60°, wystarczy znaleźć linię odchyłek (pozioma), przechodzącą przez punkt przecięcia krzywej dewiacji z linią kursową 060°. W naszym wypadku dewiacja na tym kursie wynosi +5°.

4. Mapy lotnicze

Na mapach przedstawiamy powierzchnię ziemi (w formie nieco zniekształconej) za pomocą umownych znaków topograficznych. Ze względu na ogromną rozmaitość map, różniących się rodzajem odwzorowania i przeznaczeniem, ograniczymy się jedynie do omówienia map lotniczych używanych w szybownictwie. Od map takich wymagamy:

1) Wiernokątności, tzn., aby kąty zmierzone na mapie odpowiadały kątom rzeczywistym.
2) Zgodności odległości mierzonych na mapie z odległościami na powierzchni ziemi.
3) Przejrzystości (umiarkowana ilość znaków topograficznych).
4) Zgodności znaków topograficznych z rzeczywistą rzeźbą i obrazem terenu.

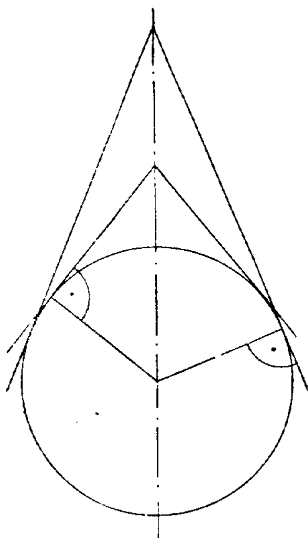
Spełnienie dwóch ostatnich warunków nie nastręcza specjalnych trudności. Gorzej natomiast przedstawia się zadośćuczynienie dwu pierwszym warunkom. Wiążą się one ściśle z rodzajem odwzorowania powierzchni ziemi na płaszczyznę mapy. Wiadomo, że płaszczyzny sferyczne są nierozwijalne. Nie można zatem otrzymać dokładnego obrazu powierzchni ziemi, która jest przecież powierzchnią sferyczną, przez rozwinięcie jej na płaszczyznę mapy. Musimy więc w tym celu posługiwać się rzutami. Stosowane obecnie rodzaje rzutowań zapewniają albo ścisłe zachowanie jednego warunku, np. wiernokątności, a wtedy drugi warunek — zgodność odległości — jest zupełnie zaniedbany, lub spełnienie kompromisowe obydwu warunków, tzn. że zgadzamy się na stosunkowo nieznaczne błędy kątowe i odległościowe.

Do celów szybowcowych w zupełności wystarcza drugi sposób rzutowania. Polega on na rzutowaniu powierzchni ziemi na pobocznice stożków, których tworzące są do niej styczne. Rzut ten nazywamy wielostożkowym.

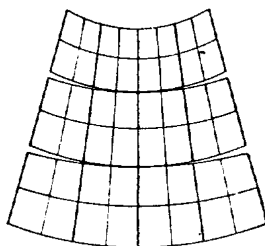
Wszystkie odwzorowania najdokładniejsze są w pobliżu miejsca styczności. Arkusz mapy w projekcji wielostożkowej przedstawia południki jako linie proste zbieżne do bieguna północnego lub południowego (w zależności od półkuli), równoleżniki jako koła.

Przebieg linii prostej łączącej dwa punkty spełnia tylko w przybliżeniu definicję loksodromy, gdyż w związku ze zbieżnością południków przecina je pod różnymi kątami. Podziałka mapy podaje

stosunek odległości zmierzonej na mapie do odpowiedniej odległości w rzeczywistości. Podaje się ją jako liniową i liczbową *. Używane obecnie mapy przelotowe wykonane są w podziałce 1:500 000 i 1:1 000 000. Mapa 1:500 000 wykonana jest w projekcji wielostożkowej. Południki i równoleżniki przeprowadzone są w odstępach



Rys. 53. Projekcja wielostożkowa.

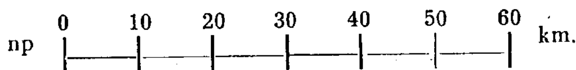


Rys. 54. Rozwinięcie arkuszy w projekcji wielostożkowej.

trzydziestominutowych. Warstwice podają różnicę wzniesień terenu do 40 m. Mapa zaopatrzona jest w siatkę izogon określających deklinację. Rzeźba i pokrycie terenu wyrażone są symbolicznie w pięciu kolorach.

---

* Podziałka liniowa wyrażona jest odcinkiem podziałowym wykreślonym u dołu arkusza mapy

np 

Podziałka liczbowa wyraża stosunek odległości na mapie do rzeczywistej odległości na powierzchni ziemi, np. podziałka 1:100 000 oznacza, że 1 cm na mapie odpowiada 100 000 cm w rzeczywistości (lub 1 km).

5. Wielkości przyjęte w nawigacji

W nawigacji ziemię traktujemy jako kulę o promieniu 6 370 km, obracającą się dokoła określonej osi. Miejsca, w których oś obrotu przechodzi przez powierzchnię ziemi, nazwano biegunami geograficznymi — jeden północny, drugi południowy. Południki geograficzne są śladami przecięcia powierzchni ziemi płaszczyznami przechodzącymi przez jej oś obrotu, równoleżniki zaś — śladami przecięcia płaszczyznami prostopadłymi do osi obrotu.

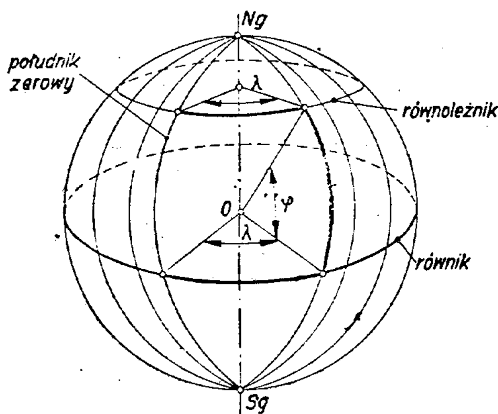


Opracowujemy przelot

Dokładne położenie dowolnego punktu powierzchni ziemi określamy za pomocą współrzędnych geograficznych — długości i szerokości. Szerokość geograficzna φ jest kątem zawartym między płaszczyzną równika (równikiem nazywamy równoleżnik, którego płaszczyzna przechodzi przez środek kuli ziemskiej) a pionem przechodzącym przez dany punkt. Mierzymy ją od 0° na równiku do $+90^\circ$ na północ (szerokość północna) i od 0° do -90° na południe (szerokość południowa). Długością geograficzną λ nazywamy kąt zawarty między płaszczyzną umownego południka głównego przecho-

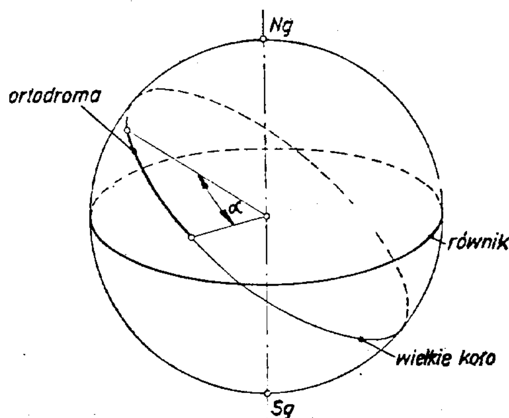
dzącego przez Greenwich (W. Brytania) a płaszczyzną południka przechodzącego przez daną miejscowość. Długość liczymy od południka głównego (zerowego) do +180° na wschód (długość wschodnia) i do —180° na zachód (długość zachodnia).

Zarówno szerokość jak i długość geograficzną można wyrazić długością odpowiednich łuków, mnożąc ich wielkość kątową, wyrażoną w minutach, przez stały czynnik — milę morską (*MM*). Mila morska jest $\frac{1}{21600}$ częścią obwodu równika. Odpowiada to długości geograficznej $\lambda = 1°$



Rys. 55. Pomiar długości i szerokości geograficznej.

Najkrótszą drogą, łączącą dwa dowolne punkty powierzchni ziemi, jest tzw. ortodroma. Jest ona krótszym łukiem śladu przecięcia kuli ziemskiej płaszczyzną, przechodzącą przez jej środek i przez dwa dane punkty*. Linia ta przecina południki geograficzne pod różnymi kątami. W związku z tym wykonywanie przelotów szybowcowych wzdłuż ortodromy byłoby uciążliwe, gdyż musielibyśmy stale zmieniać kurs busoli. W praktyce prowadzimy szybowiec podczas przelotu po stałym kursie. Przecinamy zatem południki geograficzne pod jednakowym kątem. Powstałą w ten sposób drogę nazywamy loksodromą. Różnica długości ortodromy i loksodromy przy niewielkich odległościach jest stosunkowo mała. Praktycznie pomijamy ją w obliczeniach długości przelotu. Jednak wyczyny rekordowe



Rys. 56. Ortodroma.

* Ślad taki nazywamy wielkim kołem.

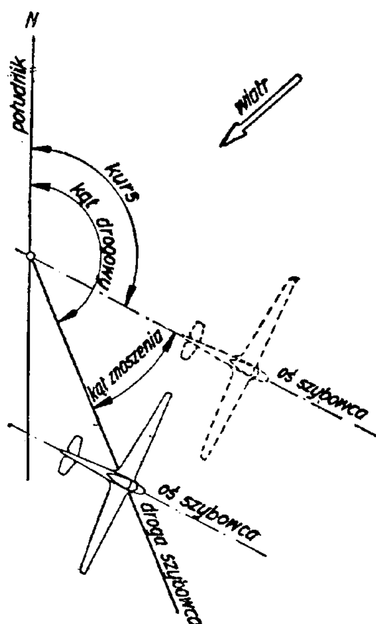
mierzone są nie długością loksodromy, lecz długością ortodromy wg następującego wzoru:

$$Lo = 1{,}852 \cdot \alpha$$

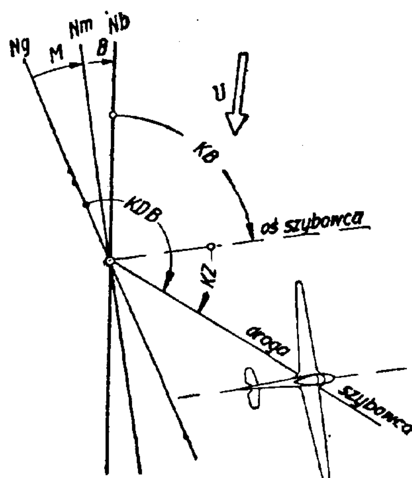
$$\cos \alpha = \sin \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 \cdot \cos (\lambda_2 - \lambda_1)$$

α = kąt między pionami obu miejscowości (w minutach)
$\varphi_1 \varphi_2$ = szerokości geograficzne
$\lambda_1 \lambda_2$ = długości geograficzne
L_o = długość ortodromy w km

Jeżeli przelot wykonujemy z bocznym wiatrem, to inny kąt tworzy z południkami droga szybowca, a inny — oś podłużna szybowca. W pierwszym wypadku mamy do czynienia z kątem drogowym, a w drugim — z kursem. Nazwa kąta drogowego i kursu



Rys. 57. Kąt drogowy.



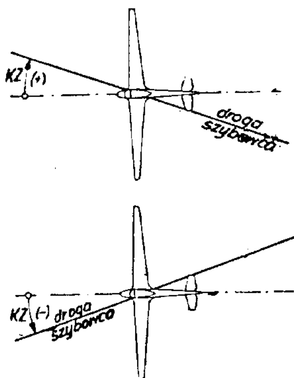
Rys. 58. Kąt drogowy busoli.

uzależniona jest od nazwy południka. Zatem kąt zawarty między drogą szybowca a południkiem geograficznym jest kątem drogowym geograficznym. Odpowiedni kurs nazywać się będzie kursem geograficznym. Ilustrują to rysunki 57 i 58.

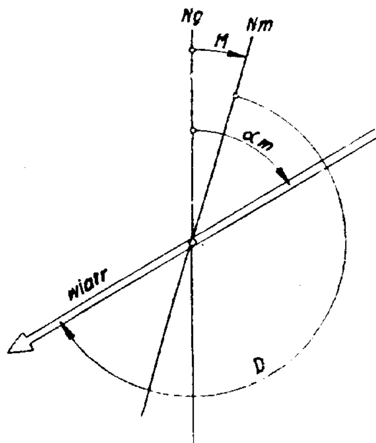
KB — kurs busoli
KM — kurs magnetyczny
KG — kurs geograficzny
KDB — kąt drogowy busoli
KDM — kąt drogowy magnetyczny
KDG — kąt drogowy geograficzny
KZ — kąt znoszenia.

Jak wynika z powyższych rysunków kąty drogowe różnią się od kursów o wielkość kąta znoszenia *KZ*. Jeśli zatem kąt znoszenia będzie równy zeru, to pojęcie kursu i kąta drogowego będzie równoznaczne. Nastąpi to wtedy, gdy wiatr wieje wzdłuż osi szybowca lub przy pogodzie bezwietrznej.

Nawigacyjny kierunek wiatru nie pokrywa się z kierunkiem podanym w komunikacie meteorologicznym. Ilustruje to rys. 60.



Rys. 59. Kąt znoszenia dodatni i ujemny.



Rys. 60. Nawigacyjny i geograficzny kierunek wiatru.

D — nawigacyjny kierunek wiatru
α_m — meteorologiczny kierunek wiatru.

Widzimy, że nawigacyjny kierunek mierzony jest od południka magnetycznego do kierunku, dokąd wiatr wieje, a meteorologiczny — od południka geograficznego do kierunku, skąd wiatr wieje. Obydwa kierunki różnią się zatem o wielkość deklinacji i o kąt 180°. Przeliczać je można wg wzoru:

$$D = \alpha_m - M \pm 180°$$

Wielkość deklinacji na terytorium Polski oczywiście pomijamy. Posługujemy się wtedy wzorem:

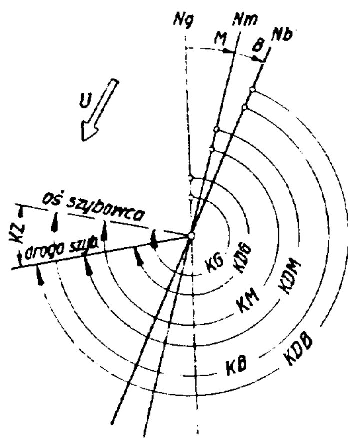
$$D = \alpha_m \pm 180^\circ$$

180° dodajemy wtedy, gdy α_m jest mniejsze od 180°. Odejmujemy natomiast, gdy α_m jest większe od 180°.

Do obliczeń kursów używamy jedynie wartości geograficznego kąta drogowego (bardzo często uważa się go za kurs geograficzny) i kursu busoli. Pierwszą wartość odmierzamy na mapie — drugą obliczamy, aby prowadzić szybowiec za pomocą busoli po zamierzonej trasie.

Kurs busoli obliczamy wg wzoru:

$$KB = KDG - B - M - KZ$$



Rys. 61. Kurs busoli.

Wzór powyższy upraszcza się nieco ze względu na małą deklinację w naszym kraju. W praktyce posługujemy się wzorem:

$$KB = KDG - B - KZ$$

Wielkość kąta drogowego otrzymamy mierząc kątomierzem kąt utworzony przez południk geograficzny a wykreśloną trasę przelotu. Dewiację odczytujemy z wykresu dewiacyjnego. Sposób znajdywania wielkości kątów znoszeń podany jest w rozdziale „Nawigacyjny trójkąt szybkości".

6. Nawigacyjny trójkąt szybkości

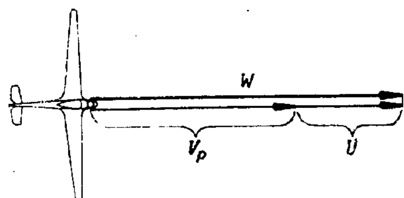
Jednym z czynników określających jakość i przydatność warunków przelotowych jest wiatr. Jego parametry — szybkość i kierunek wpływają w znacznym stopniu na wielkość rzeczywistej szybkości przelotowej zasięgu i kursu. Bardzo często o możliwości wykonania zaplanowanego przelotu decyduje wiatr, a nie średnie wznoszenie kominowe. Analizę wpływu wiatru na poszczególne

elementy przelotu można sprowadzić do rozpatrzenia trzech następujących przypadków:

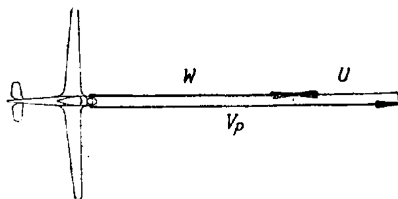
1) przelot z wiatrem tylnym,
2) przelot z wiatrem czołowym,
3) przelot z wiatrem bocznym.

W dwóch pierwszych przypadkach zmieniają się jedynie zasięg i rzeczywista szybkość przelotowa. Kurs nie ulega zmianie.

W wypadku lotu z wiatrem tylnym rzeczywista szybkość przelotowa jest sumą algebraiczną szybkości wiatru i własnej szybkości przelotowej osiągalnej przy danych wznoszeniach.



Rys. 62. Wpływ wiatru tylnego na *W*.



Rys. 63. Wpływ wiatru czołowego na *W*.

V_p — szybkość przelotowa własna
U — szybkość wiatru
W — szybkość przelotowa rzeczywista.

Przy przelocie z wiatrem czołowym rzeczywista szybkość przelotowa będzie różnicą szybkości własnej i szybkości wiatru.

Przelot z bocznym wiatrem jest wypadkiem bardziej złożonym, gdyż ulegają tu zmianie trzy elementy: *W*, *Z* i *KB*. W celu łatwiejszego określenia zmian poszczególnych elementów przelotu w zależności od siły i kierunku wiatru, rozpatrzymy wpierw prosty lot ślizgowy z bocznym wiatrem, nie uwzględniając na razie wpływu wiatru podczas nabierania wysokości (rys. 64).

V — przyrządowa szybkość lotu

V_r — szybkość rzeczywista.

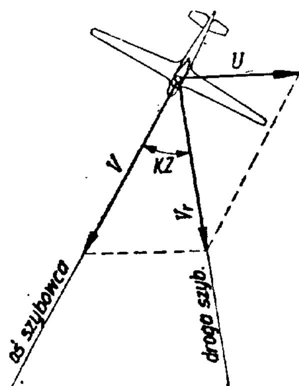
Przy tych założeniach szybowiec posiada względem ziemi dwie szybkości: jedną (V) skierowaną wzdłuż osi szybowca i drugą (U) skierowaną wzdłuż nawigacyjnego kierunku wiatru. Obydwie szyb-

---

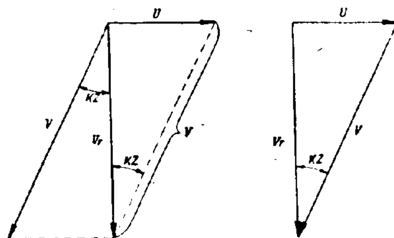
* Zmienność zasięgu omówiona jest szczegółowo w części „Technika przelotu szybowcowego".

kości można zastąpić jedną, będącą ich sumą geometryczną. Znajdziemy ją składając wektory szybkości V i U do wypadkowej V_r wg znanej reguły równoległoboku. Kierunek działania wypadkowego wektora szybkości V_r określa zarazem drogę szybowca względem ziemi.

Równoległobok szybkości można sprowadzić do figury prostszej (rys. 65) przez wykreślenie wektora V nie ze wspólnego punktu zaczepienia wektorów, lecz z końca wektora szybkości wiatru U. Otrzymamy wtedy trójkąt znany pod nazwą nawigacyjnego trójkąta szybkości.



Rys. 64. Wpływ wiatru bocznego na Vr



Rys. 65. Nawigacyjny trójkąt szybkości.

Umożliwia on obliczenie rzeczywistej szybkości przelotowej i kąta znoszenia. W praktyce nawigacyjny trójkąt szybkości wykreśla się następująco.

Od obranego punktu na południku magnetycznym, traktowanym jako linia odniesienia, wykreślamy magnetyczny drogowy kąt KDM. Ze względu na małe zboczenie magnetyczne na obszarze Polski wystarcza w zupełności przyjęcie drogowego kąta geograficznego zmierzonego na mapie. Z tego samego punktu kreślimy nawigacyjny kierunek wiatru i na nim odmierzamy (mierzymy od obranego punktu na południku) długość wektora szybkości wiatru U. W tym celu musimy przyjąć skalę, za pomocą której dowolną szybkość możemy wyrazić w jednostkach długości. Skalę przyjmuje się dowolnie, w zależności od żądanej dokładności, np. 1 cm odpowiada szybkości 10 km/godz. Jeżeli szybkość wiatru podana jest w m/sek., to trzeba wpierw określić jej wartość wyrażoną w km/godz. Uży-

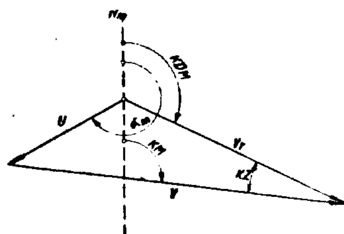
skujemy to przez pomnożenie szybkości w m/sek. przez stały współczynnik 3,6, który pochodzi z zamiany odpowiednich jednostek.

$$1 \text{ m/sek} = \frac{\frac{1}{1000} \text{ km}}{\frac{1}{3\,600} \text{ godz.}} = 3{,}6 \text{ km/godz.}$$

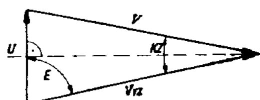
Mamy np. wyrazić szybkość 15 m/sek. w km/godz.,

$$\text{zatem } U = 3{,}6 \times 15 = 54 \text{ km/godz.}$$

Z końca wektora U zakreślamy łuk o promieniu równym szybkości V. Punkt przecięcia łuku z drogą szybowca łączymy z początkiem wektora U i z obranym punktem na południku (rys. 66).



Rys. 66. Graficzne rozwiązanie nawigacyjnego trójkąta szybkości.



Rys. 67. Nawigacyjny trójkąt szybkości przy granicznym kącie wiatru.

Z powstałego trójkąta odmierzamy wartość kąta znoszenia KZ i rzeczywistą szybkość szybowca względem ziemi V_r. Znając V_r możemy określić ogólnie zmianę zasięgu spowodowaną wpływem bocznego wiatru. Jeżeli przyjmiemy stałą wartość szybkości opadania szybowca uwzględniającą szybkość prądów pionowych (w), to zasięg Z będzie wynosił:*

$$Z = \frac{V_r}{w}$$

Z — zasięg

V_r — rzeczywista szybkość szybowca względem ziemi

w — przyjęte stałe opadanie szybowca.

---

* Pamiętać należy o sprowadzeniu „w" i „V_r" do wspólnych jednostek (km/godz, lub m/sek).

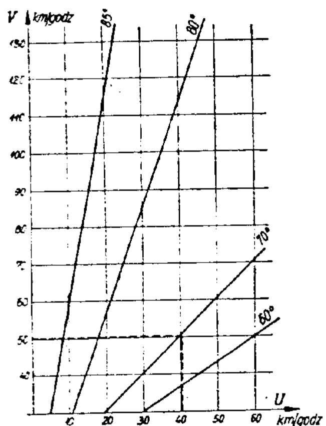
Gdy V_r będzie większe od V, wtedy zasięg wzrośnie kosztem szybkości wiatru i odwrotnie — dla V_r mniejszej od V zasięg będzie odpowiednio malał. Szczególny wypadek, przy którym wiatr nie wpływa na wielkość zasięgu, zachodzi dla $V_r = V$

$$\text{wtedy } Z = \frac{V_r}{w} = \frac{V}{w}$$

Odpowiednią postać trójkąta szybkości przedstawia rys. 67. Kąt wiatru spełniający warunek $V_r = V$ nazywamy granicznym i obliczamy go wzorem:

$$\cos Eg = \frac{U}{2V_r} = \frac{U}{2V}$$

Eg — graniczny kąt wiatru.



Rys. 68. Wykres wartości kąta granicznego.

Zależność ta pozwala na sporządzenie wykresu podającego wartości kąta granicznego dla różnych wartości V i U.

Na wykresie tym każda prosta odpowiada pewnej wartości granicznego kąta wiatru Eg i dzieli jego pole na dwie części, przy czym dla punktów leżących w części górnej wpływ wiatru na zasięg jest korzystny, dla punktów zaś części dolnej niekorzystny.

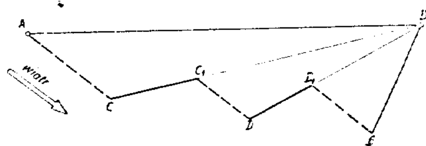
Dla punktów znajdujących się bezpośrednio na liniach wiatr nie wywiera żadnego wpływu na zasięg. Np. wiatr o szybkości 40 km/godz., wiejący pod kątem 70° do trasy, poprawia zasięg dla szybkości lotu większych niż 50 km/godz., dla V = 50 km/godz. wiatr nie wpływa na wielkość zasięgu. Natomiast przy szybkości $V < 50$ km/godz. zasięg ma wartość mniejszą niż odpowiedni zasięg w warunkach bezwietrznych.

Z wykresu możemy się zorientować o zmianach jakościowych zasięgu bez możności określenia ich wielkości. Jednak w praktyce najczęściej wystarcza zorientowanie się, czy wpływ bocznego wiatru jest korzystny czy szkodliwy i czy w związku z tym należy lecieć szybciej lub wolniej niż w warunkach bezwietrznych. Musimy jednak pamiętać o tym, że zwiększenia zasięgu można się spodziewać tylko przy kątach wiatru mniejszych niż 90°. Dla wartości 90° i większej zasięg zawsze będzie gorszy, gdyż mamy wte-

dy do czynienia z wiatrem prostopadłym do trasy lub z przedniobocznym.

W dotychczasowych rozważaniach uwzględnialiśmy wpływ wiatru jedynie podczas lotu ślizgowego, co miało na celu zapoznanie czytelnika z zagadnieniem nawigacyjnego trójkąta szybkości. Znajdywanie wielkości kąta znoszenia przy powyższych założeniach jest w praktyce dla celów szybowcowych nieprzydatne i używa się go jedynie w innych gałęziach lotnictwa sportowego.

Ponieważ poszczególne etapy przelotu szybowcowego składają się zasadniczo z dwóch faz — nabierania wysokości w krążeniu i przeskoku lotem ślizgowym do następnego obszaru wznoszeń należy uwzględnić znoszenie szybowca przez wiatr w obydwu fazach. Zobrazuje to najlepiej poniższy przykład:



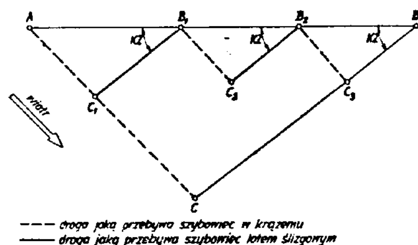
Rys. 69. Błędny sposób rozwiązania przelotu z bocznym wiatrem.

Mamy wykonać przelot z miejscowości A do miejscowości B przy tylno-bocznym wietrze (rys. 69).

Zaraz po wyczepieniu natrafiamy na wznoszenie nad lotniskiem, które wykorzystujemy krążąc. Po uzyskaniu odpowiedniej wysokości, potrzebnej do wykonania przeskoku do następnego obszaru wznoszeń, szybowiec nasz znajduje się nad miejscowością C, której odległość od miejsca startu równa jest iloczynowi szybkości wiatru U i czasu wznoszenia t_w. Musimy obecnie określić taki kierunek przeskoku, który zapewniałby osiągnięcie miejscowości B w możliwie najkrótszym czasie. Gdybyśmy przyjęli, że dla spełnienia tego warunku należałoby lecieć wzdłuż chwilowej trasy wykreślonej z punktu C do punktu B, to napotkany obszar wznoszeń nie będzie się znajdował na pierwotnej trasie od A do B. Wykorzystując to wznoszenie oddalalibyśmy się jeszcze bardziej od trasy A—B. Następna chwilowa trasa z miejscowości D do B posiada wtedy inny kąt drogowy. Zmienność kątów drogowych oraz fakt, że przelot odbywa się stale po jednej stronie trasy A—B w nieprzewidzianej od niej odległości, świadczą dobitnie o błędności naszego postępowania.

Dla wyznaczenia dogodniejszego dla nas kierunku przeskoku załóżmy, że uzyskaliśmy w napotkanym nad lotniskiem wznoszeniu wysokość wystarczającą na przebycie odległości z miejsca C do miejscowości B (rys. 70).

Możemy więc obecnie wyznaczyć kąt znoszenia dla kąta drogowego odpowiadającego tej trasie sposobem podanym wyżej i obliczyć kurs busoli. Jeżeli jednak uzyskana wysokość nie jest wystarczająca do osiągnięcia punktu B, zatem obliczony kurs busoli będzie nas prowadził do miejscowości B_1 leżącej na pierwotnej trasie A—B. Szukany obszar wznoszeń znajduje się zatem w jej pobliżu. Po wykręceniu w nim odpowiedniej wysokości dla wykonania następnego przeskoku, znajdziemy się w punkcie C_2, z którego lecimy po tym samym kursie busoli w kierunku miejscowości B_2. Do przyjęcia jednakowego kursu upoważnia nas podobieństwo trójkątów ACB, AC_1B_1, B_1C_2B itd. Kurs ten będzie się jednak podczas przelotu zmieniał w zależności od zmian czasu wznoszenia, związanego z prędkością prądów wstępujących oraz siły i kierunku wiatru.



Rys. 70. Prawidłowy sposób rozwiązania przelotu z bocznym wiatrem.

Do wyprowadzenia tej zależności wystarczy przeanalizować jeden dowolny etap przelotu, składający się z nabierania wysokości i dokonanego z niej przeskoku. Przyjmijmy dla naszych rozważań etap przelotu od miejsca startu A do miejscowości B_1 (rys. 71). Odległość punktów A i C_1, znad którego rozpoczynamy przeskok, wynosi $U \cdot t_w$. Podczas przeskoku w czasie t_s szybowiec przesunie się względem otaczającego powietrza wzdłuż kierunku o odcinek $U \cdot t_s$, a wzdłuż kursu busoli o odcinek $V \cdot t_s$ Składając geometrycznie obydwa przesunięcia otrzymamy długość odcinka C_1B_1. Korzystając ze wzoru na własną szybkość przelotową

$$V_p = \frac{V_s \cdot t_s}{t_s + t_w} \text{ skąd } V_p\,(t_s + t_w) = V_s \cdot t_s$$

możemy odległość $V_s \cdot t_s$ wyrazić iloczynem szybkości przelotowej własnej oraz czasu potrzebnego na uzyskanie wysokości i dokonanie z niej przeskoku. Długość odcinka AD obliczymy następująco:

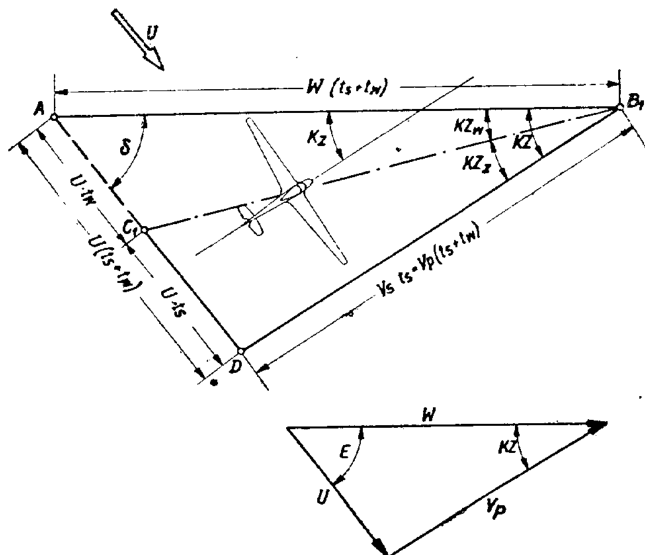
U — szybkość wiatru
V_s — szybkość przeskoku
V_p — szybkość przelotowa własna
W — szybkość przelotowa rzeczywista
t_s — czas przeskoku
t_w — czas wznoszenia
KZ — kąt znoszenia
E — kąt wiatru.

$$AD = AC_1 + C_1D \text{ ponieważ } AC_1 = U \cdot t_w$$

$$C_1D = U \cdot t_s$$

$$\text{zatem } AD = U \cdot t_w + U \cdot t_s = U\ (t_s + t_w).$$

Odległość AB_1 została przebyta w czasie $t_s + t_w$ z nieznaną szybkością W, która jest rzeczywistą szybkością przelotową względem ziemi, uzyskaną na danym etapie przelotu.



Rys. 71. Prawidłowe określenie kąta znoszenia na przelocie.

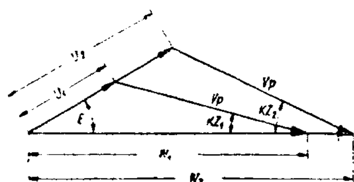
Otrzymaliśmy trójkąt ADB_1 o bokach równych odległościom:

$$U\ (t_s + t_w);\ V_p\ (t_s + t_w);\ W\ (t_s + t_w)$$

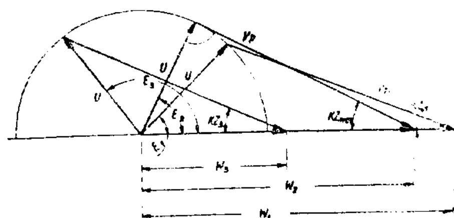
Po podzieleniu wszystkich boków przez $(t_s + t_w)$ otrzymamy nowy trójkąt o bokach U, V_p i W. Będzie to trójkąt szybkości składający się z szybkości składowych U i V_p oraz z szybkości wypadkowej W. Kąt znoszenia określony tym trójkątem uwzględnia znoszenie szybowca, tak podczas wznoszenia jak i podczas przeskoku. Postać trójkąta jest analogiczna do trójkąta poznanego na początku rozdziału, z tą różnicą, że szybkość V zastąpiona jest szybkością V_p.

Zależność kąta znoszenia i rzeczywistej szybkości przelotowej od zmian prądów pionowych oraz siły i kierunku wiatru pokazują rys. 72, 73, 74.

Przy stałej szybkości przelotowej własnej i stałym kącie wiatru kąt znoszenia wzrasta wraz ze wzrostem szybkości wiatru. Natomiast rzeczywista szybkość przelotowa wzrasta do pewnej wartości maksymalnej, do momentu kiedy wektor U jest prostopadły do wektora V_p, $(E + KZ = 90°)$, a następnie maleje do minimum przy $KZ = 90°$. Przy dalszym wzroście szybkości wiatru powrót na trasę dla danych prądów pionowych i związanych z nimi maksymalnych szybkości V_p jest niemożliwy, gdyż trójkąt szybkości nie zamyka się. W takich wypadkach osiągnięcie celu jest niemożliwe.



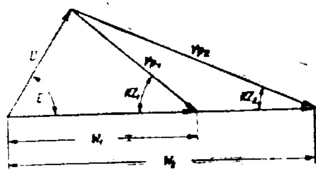
Rys. 72. Zależności KZ i W od szybkości wiatru U.



Rys. 73. Zależności KZ i W od zmian kąta wiatru E.

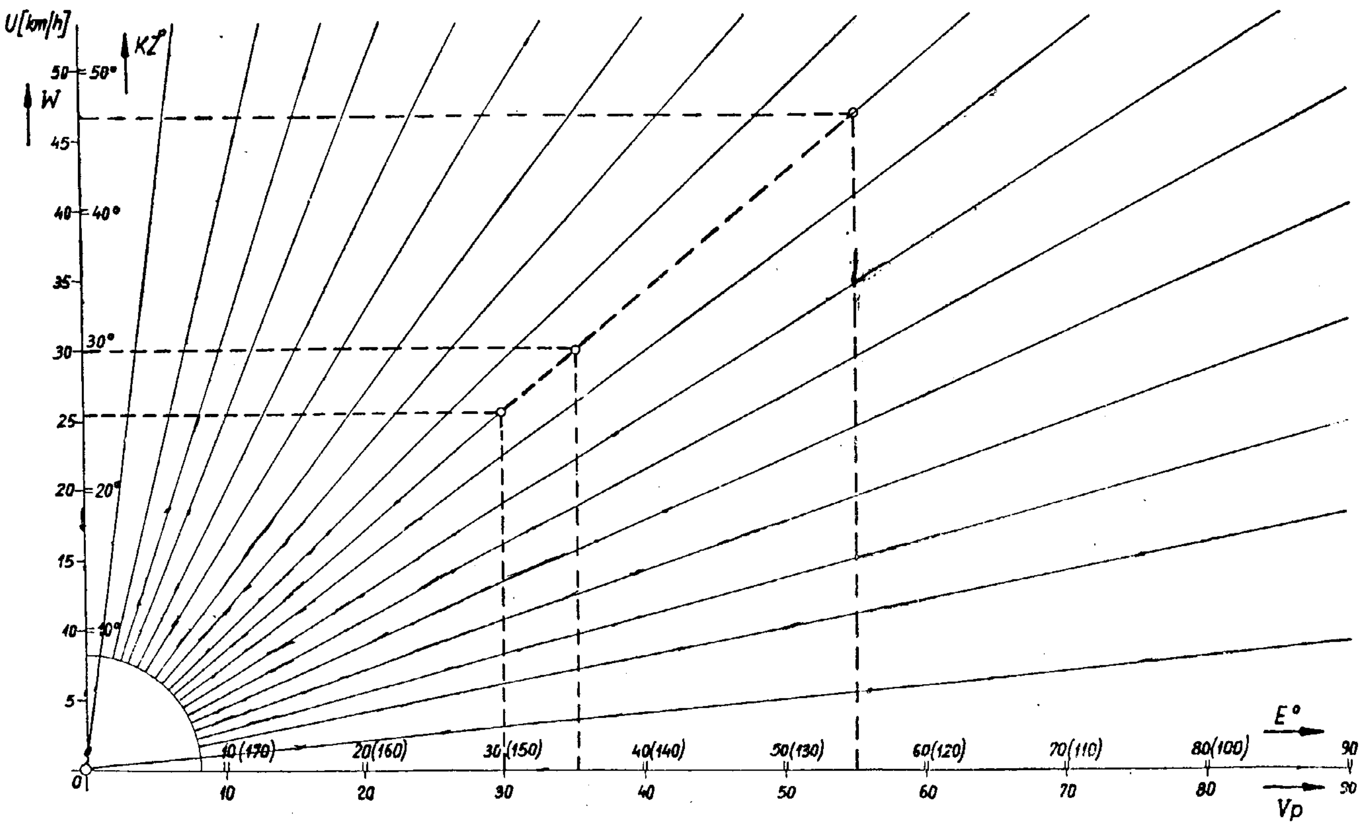
Przy stałej szybkości wiatru i własnej szybkości przelotowej kąt wiatru rosnąc zwiększa kąt znoszenia do pewnej wartości maksymalnej (wektor U jest wtedy prostopadły do wektora V_p), a następnie zmniejsza go. Dla $E = 0°$ (wiatr tylny) i $E = 180°$ (wiatr czołowy) kąt znoszenia wynosi 0°. Ze wzrostem kąta wiatru maleje rzeczywista szybkość przelotowa (rys. 73).

Dla stałego kierunku i prędkości wiatru kąt znoszenia zmienia się odwrotnie proporcjonalnie do własnej szybkości przelotowej. Ponieważ wzrost V_p jest uzależniony od wzrostu średnich wznoszeń kominowych, możemy powiedzieć, że kąt znoszenia jest tym większy, im mniejsze są średnie wznoszenia. Natomiast rzeczywista szybkość przelotowa wzrasta przy wzroście średnich wznoszeń kominowych.



Rys. 74. Zależności KZ i W od zmiany Vp.

W trakcie przelotu mamy na ogół do czynienia z równoczesną



Rys. 75. Wykres kątów znoszeń.

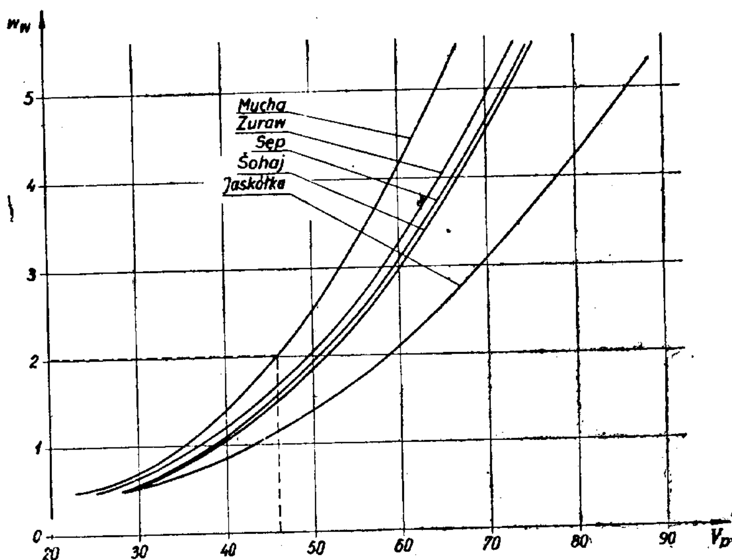
zmianą wszystkich trzech elementów (U, E, V_p) i dlatego określenie ścisłych wartości siły i kierunku wiatru oraz własnej szybkości przelotowej jest bardzo uciążliwe. W praktyce posługujemy się wyłącznie wielkościami przybliżonymi. Wyznaczone w ten sposób wartości KZ i W będą wprawdzie również nieścisłe, jednak dla celów szybownictwa wystarczą w zupełności. Przy właściwym określeniu V_p, U i E poważną rolę odgrywa wprawa i doświadczenie pilota. Jeśli chodzi o obliczenie kąta znoszenia i rzeczywistej szybkości przelotowej, to ze względu na stosunkowo krótki czas, jaki poświęcamy na nawigację w powietrzu, wskazane jest przeprowadzenie obliczeń jak najsprawniej i w sposób możliwie prosty. Dlatego też należy unikać graficznego rozwiązywania nawigacyjnego trójkąta szybkości. Można sobie na to pozwolić jedynie na ziemi przy planowaniu przelotu. W powietrzu natomiast obliczamy KZ i W za pomocą kalkulatora nawigacyjnego lub wykresu (rys. 75). Wykres oparty jest na następującej zależności:

$$\frac{U}{\sin KZ} = \frac{V_p}{\sin E} = \frac{W}{\sin (KZ + E)}$$

$$\text{stąd } \frac{\sin E}{\sin KZ} = \frac{V_p}{U} \text{ lub } \frac{\sin (E + KZ)}{\sin KZ} = \frac{W}{U}$$

Konstrukcja wykresu jest prosta. Po stronie zewnętrznej układu naniesione są skale szybkości przelotowych i wiatru, po stronie wewnętrznej — skale kątów wiatru i znoszeń. Skalę trzeba tak dobrać, aby współrzędne U i V_p były co do długości równe odpowiadającym im współrzędnym sin KZ i sin E. Chcąc znaleźć kąt znoszenia dla $U = 30$ km/godz., $V_p = 35$ km/godz., $E = 30^\circ$, szukamy punktu o współrzędnych $U = 30$ i $V_p = 35$ i przesuwamy go równolegle do prostych wykresu, aż do wysokości współrzędnej $E = 30^\circ$. Takiemu położeniu punktu odpowiada współrzędna $KZ = 26^\circ$. Jeżeli interesuje nas rzeczywista szybkość przelotowa, to znajdziemy ją przesuwając punkt na wysokość współrzędnej $KZ + E$ (na osi kątów wiatru) i odczytując na osi szybkości wartość W. W naszym wypadku $KZ + E = 56^\circ$, a odczytana szybkość $W = 47$ km/godz. Parametry wiatru, a więc jego szybkość i kąt, przyjmujemy ogólnie jako wartości średnie dla danych z komunikatu meteorologicznego. Uwzględnimy wtedy zmienność U i E, spowodowaną oddaleniem od lotniska, porą dnia i zmienną wysokością lotu. Jest to szczególnie ważne dla długich przelotów. W wypadku przelotów krótkich, a w szczególności przelotów po trasie zamkniętej (np. trójkąt 100 km) można przyjąć do obliczeń z wystarczającą dokładnością dane z komunikatu. Wartość V_p natomiast musi być

dobrana w zależności od średnich wznoszeń kominowych i od typu szybowca. W tym celu posługujemy się wykresem podającym wielkości V_p dla danych średnich wznoszeń i typu szybowca (rys. 76). Na wykresie tym wykreślone są w układzie V_p — w_w krzywe dla poszczególnych typów szybowców. Wartość V_p dla danego w_w otrzymamy w następujący sposób:



Rys. 76. Wykres zależności V_p od w_w dla szybowców: Mucha, Żuraw (2 osoby), Sęp, Šohaj i Jaskółka.

Szukamy na krzywej, odpowiadającej naszemu typowi szybowca, punktu o współrzędnej równej średniemu wznoszeniu w_w. Druga współrzędna tego punktu będzie szukaną szybkością przelotową własną.

Szybowiec Mucha posiada dla $w_w = 2$ m/sek. szybkość $V_p = 46$ km/godz. Chcąc uniknąć używania wykresów lub kalkulatora w powietrzu, możemy np. dla krótkich przelotów wyliczyć dwie albo trzy wartości KZ, zakładając w zależności od rodzaju termiki dwie lub trzy wartości w_w. Kąty znoszeń, odpowiadające poszczególnym średnim wznoszeniom, notujemy na kartce, którą umieszczamy w dostępnym i wygodnym dla oka miejscu (najlepiej na tablicy przyrządów). W czasie wykonywania przelotu obieramy taki KZ, który najlepiej odpowiada rzeczywistemu średniemu wznoszeniu.

7) Nawigacyjne przygotowanie przelotu

Istota właściwego przygotowania nawigacyjnego przelotu polega na wykonaniu przed lotem wszelkich możliwych czynności związanych z prowadzeniem szybowca po zamierzonej trasie, tak aby podczas przelotu jak najmniej czasu tracić na nawigację, a zwrócić natomiast uwagę na pilotaż oraz jego stronę taktyczną i techniczną W tym celu wskazane jest przygotowanie się według następującej kolejności:

1) dobór map,
2) wykreślenie trasy,
3) pomiar kąta drogowego i długości trasy,
4) obliczenie kursu busoli,
5) przygotowanie trasy,
6) studium trasy.

Mapę dobiera się w zależności od rodzaju przelotu. Dla przelotów dłuższych obieramy podziałki mniejsze (1 : 1 000 000), dla krótszych — większe (1 : 500 000). Korzystanie z map 1 : 1 000 000 ułatwia wprawdzie poniekąd orientację (ze względu na przejrzystość), jednak zaleca się nawet w wypadku przelotów długich używać map o większej podziałce, a to ze względu na możność ściślejszego określenia chwilowego położenia szybowca na trasie. Ma to szczególne znaczenie przy określeniu miejsca przymusowego lądowania. Niektórzy piloci używają wyłącznie map o podziałce 1 : 1 000 000 twierdząc, iż jest ona dla nich w zupełności wystarczająca. Zasada ta nie jest błędna, ale pomimo to należy zabierać ze sobą dodatkowe mapy 1 : 500 000, wyłącznie w celu określenia miejsca przymusowego lądowania (w powietrzu natomiast możemy śmiało korzystać z mapy 1 : 1 000 000). Jeśli chodzi o przeloty krótkie i po trasie zamkniętej (w szczególności w terenie górzystym) — należy korzystać z map o jeszcze większej podziałce, np. 1 : 300 000.

Na przyjętej mapie zaznaczamy za pomocą małych kół o średnicy około 6—8 mm miejsce startu i lądowania. Środki kół łączymy linią prostą o kolorze kontrastującym z kolorami mapy (najczęściej czarnym). Zazwyczaj trasy ponad 200 km nie mieszczą się na jednym arkuszu mapy 1 : 500 000. Wtedy wykreślamy trasę składając sąsiednie arkusze w ten sposób, aby południki, równoleżniki i liniowe punkty orientacyjne (tory kolejowe, szosy itp.) łączyły się dokładnie. Aby otrzymać odcinki trasy na poszczególnych arkuszach wystarczy połączyć miejsce startu i lądowania. Jeżeli jednak trasa przebiega przez kilka arkuszy, powyższy sposób wykreślenia jej byłby kłopotliwy. Wykreślamy ją wtedy w inny sposób, mianowicie przez wyrysowanie jej najpierw na mapie 1 : 1 000 000 i na-

stępnie przez przenoszenie poszczególnych odcinków na odpowiednie arkusze mapy 1 : 500 000.

Kąt drogowy mierzymy od dowolnego południka przecinającego trasę *. Długość przelotu wyliczamy mnożąc długość wykreślonej na mapie trasy przez mianownik podziałki, np. odcinek długości 20 cm na mapie 1 : 1 000 000 odpowiada odległości 200 km. Dla obliczenia kursu busoli posługujemy się wzorem:

$$KB = KDG - M - B - KZ$$

przy czym M pomijamy, B odczytujemy z wykresu dewiacyjnego, KZ z wykresu kątów znoszeń lub wyliczamy za pomocą kalkulatora nawigacyjnego bądź też znajdujemy jego wartość sposobem graficznym. Musimy oczywiście posiadać odpowiednie dane z komunikatu meteorologicznego. Aby zorientować się, czy w danych warunkach atmosferycznych istnieje możliwość wykonania zaplanowanego przelotu, wystarczy podzielić jego odległość przez W. Jeżeli wyliczony w ten sposób przypuszczalny czas lotu mieści się w czasie trwania termiki, wówczas wykonanie przelotu leży w granicach naszych możliwości.

W celu ułatwienia orientacji podczas lotu, należy na trasie lub w jej pobliżu podkreślić ważniejsze punkty orientacyjne. Odległość między nimi powinna być taka, aby w chwili znalezienia się nad jednym punktem na średniej wysokości przelotu był widoczny punkt następny. Odległość ta waha się zazwyczaj w granicach od 10 do 20 km. Dobór punktów orientacyjnych uzależniony jest od rzeźby i pokrycia terenu. Np. w terenie gęsto zalesionym jako punktów orientacyjnych nie należy obierać lasów. W takim terenie najlepiej orientować się wg przecięć szos, torów kolejowych, większych osiedli, jezior itp. Poza tym trasę dzielimy na odcinki 50 lub 100 km, a w odległości około 50 km od celu na odcinki 5-kilometrowe. Unikamy w ten sposób mierzenia podczas lotu długości przewe. Unikamy w ten sposób mierzenia podczas lotu długości przelecianej trasy, a zorientujemy się, jaka odległość dzieli nas od zaplanowanego miejsca lądowania. W razie zabłądzenia możemy, znając W oraz czas, jaki upłynął od chwili minięcia ostatniego zauważonego punktu orientacyjnego, w przybliżeniu określić przypuszczalne położenie szybowca. Na mapie zaznaczamy również znane lądowiska. O podanie lądowisk na danej trasie należy poprosić ko-

---

* Postępowanie takie jest słuszne jedynie w wypadku przelotów szybowcowych. Ścisłe określenie kąta drogowego polega na zmierzeniu go od południka przechodzącego przez środek trasy lub przez obliczenie średniej arytmetycznej kątów mierzonych na końcach trasy.

legów-pilotów, którzy już wykonywali po niej przeloty. Wskazane jest również wykreślić w rogu mapy strzałkę obrazującą kierunek wiatru (w razie zauważenia podczas lotu zmiany kierunku wiatru należy bezzwłocznie poprawić kierunek strzałki).

Prowadzenie szybowca po trasie ułatwia niezmiernie (szczególnie przy krótkich przelotach) należyte przestudiowanie trasy. Polega ono na utrwaleniu w pamięci wzajemnego położenia obranych przez nas punktów orientacyjnych. Jest to korzystne dlatego, że pilot pamiętając je nie potrzebuje w czasie przelotu zbyt często używać mapy.

8. Kalkulator nawigacyjny

Zadania nawigacyjne rozwiązujemy za pomocą kalkulatora. Istnieje kilka typów kalkulatorów, do najbardziej rozpowszechnionych należą czechosłowacki i niemiecki*.

Kalkulator czechosłowacki opracowało trzech pilotów: koledzy Černy, Marek i Šwec. Opublikowany został on w czasopiśmie „Letectvi". Przystosowując go do polskich szybowców i przyjętych oznaczeń zmieniono w niniejszym opisie niektóre wartości liczbowe. Składa się on z trzech części: przedniej i tylnej, stanowiących jedną całość, oraz z przesuwalnej części środkowej (rys. 77 wkładka).

Na części przedniej znajduje się wykres średnich wznoszeń, okienko z rubrykami V_p, V_s (przeciętna szybkość przeskoku) i w_{ow} dla szybowców Mucha, Jaskółka, i Żuraw, obrotowa tarcza kursowa, podziałka, kątomierz i okienka dla szybkości wiatru od 10 do 36 km/godz. przy kątach wiatru od 0° do 180°. Część tylna zaopatrzona jest w wykres dolotowy i pomocniczą tabelkę dla obliczania czasu lotu. Część środkowa zawiera odpowiednie wartości liczbowe.

Sposób użycia kalkulatora jest następujący: za pomocą wykresu średnich wznoszeń określamy wartość średniego wznoszenia kominowego. Przesuwamy część środkową tak daleko, aż znajdujący się na niej czarny punkt ukaże się w okienku odpowiadającym średniemu wznoszeniu. W rubrykach V_p, V_s i w_{ow}, odczytujemy odpowiednią wartość własnej szybkości przelotowej, średniej szybkości przeskoku i opadania własnego szybowca przy szybkości V_s. Dla $w_w = 0$ m/sek. w rubrykach tych odczytujemy maksymalną doskonałość oraz odpowiadającą jej szybkość postępową szybowca i jego opadania. Następnie skręcamy tarczę kursową tak, by znajdująca się na niej strzałka wskazywała drogowy kąt geograficzny. Pod war-

* Model: Plath DR2.

98	0	17	24	31	37	43	49	54	65	75	88	95	–	–	–	17	27	34	41	48	58	71	82	93
7°	60°	46°	38°	33°	29°	26°	23°	21°	18°	16°	14°	13°	–	–	63°	51°	44°	38°	35°	31°	29°	23°	20°	18°
105	25	33	40	45	51	57	63	68	79	89	100	110	–	–	34	43	50	57	63	69	80	91	97	112
4°	30°	25°	21°	18°	16°	15°	13°	12°	10°	9°	8°	7°	41°	37°	31°	27°	24°	21°	19°	18°	15°	13°	12°	10°
110	43	49	54	59	64	70	75	80	90	100	110	120	47	55	61	67	73	78	83	89	98	108	120	128
0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
115	50	55	60	65	70	75	80	85	95	105	115	125	61	66	71	76	81	86	91	96	106	116	126	136

32	81	1,02	37	86	1,16	44	95	1,43	49	103	1,72	58	117	2,36	65	128	2,97
33	78	0,87	39	82	0,92	45	92	1,28	51	102	1,64	59	117	2,33	66	128	2,93
36	93		43	98		52	107		59	114		69	127		78	140	
35	85	0,90	39	90	1,05	46	95	1,25	52	103	1,40	60	110	1,70	67	120	2,2
30	76	0,98	36	79	1,07	42	84	1,23	46	89	1,44	59	98	1,92	63	107	2,47

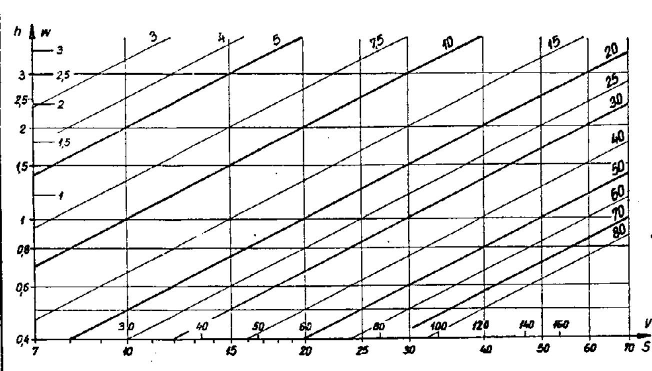
ętrzna (b) kalkulatora czechosłowackiego

mocą kalkulatora czechosłowackiego należy:
ylną — zgiąć wzdłuż linii środkowej oraz skleić

— wsunąć pomiędzy przednią i tylną stronę

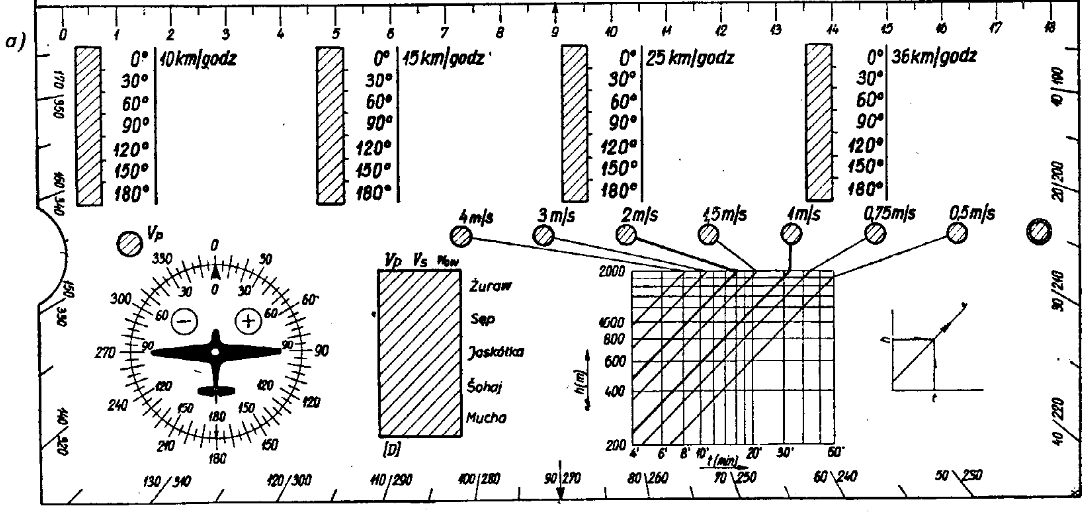
wyciąć.
torem podajemy w rozdziale VIII.
y wykonać naklejając części (a) i (b) na karton

a)



W → / t ↓	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	100	110
5'	2	2	3	3	4	4	4	5	5	6	6	7	7	8	9
10'	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	12	19	15	16	18
20'	8	10	12	14	15	16	18	20	22	23	25	26	30	33	37
30'	12	15	18	20	22	25	27	30	32	35	37	40	45	50	55
45'	18	22	26	30	34	37	40	45	48	52	57	60	67	75	82
1 00	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	100	110
1 30	37	45	52	60	67	75	82	90	97	105	112	120	135	150	165
2 00	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	180	200	220
2 30	62	75	87	100	112	125	137	150	162	175	187	200	225	250	275
3 00	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	270	300	330
3 30	87	105	122	140	157	175	192	210	227	245	262	280	315	350	385
4 00	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	360	400	440
4 30	112	135	157	180	202	225	247	270	292	315	337	360	405	450	495
5 00	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	450	500	550
5 30	137	165	192	220	247	275	302	330	357	385	412	440	495	550	605
6 00	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	540	600	660
6 30	162	195	227	260	292	325	357	390	422	455	487	520	585	650	715

zgiąć



odciąć

b)

25 30 35 40 45 50 55 60 [illegible] 80 90 100

1:238	70	0,81	25	76	0,91	32	81	1,02	37	86	1,16	44	95	1,43	49	103	1,72	58	117	2,36	65	128	2,97
1:27	72	0,75	28	74	0,78	33	78	0,87	39	82	0,92	45	92	1,28	51	102	1,64	59	117	2,33	66	128	2,93
			28,4	88		36	93		43	98		52	107		59	114		69	127		78	140	
1:27	72	0,75	28	80	0,80	33	85	0,90	39	90	1,05	46	95	1,25	52	103	1,40	60	110	1,70	67	120	2,2
1:236	63	0,75	24	73	0,92	30	76	0,98	36	79	1,07	42	84	1,23	46	89	1,44	59	98	1,92	63	107	2,47

linia styku — część I

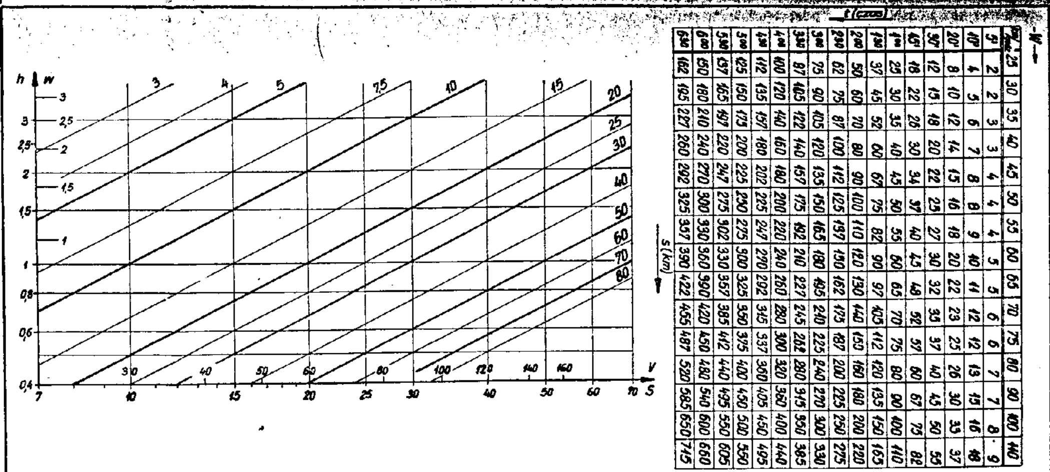
Rys. 77 — część zewnętrzna (a) i wewnętrzna (b) kalkulatora czechosłowackiego

Aby rozwiązać zadanie nawigacyjne za pomocą kalkulatora czechosłowackiego należy:

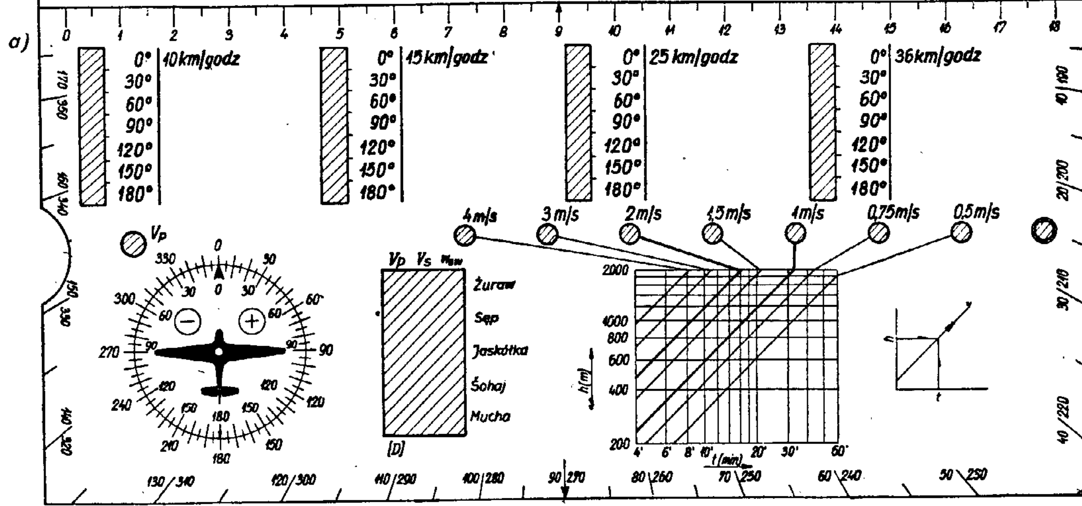
1. Wyciąć część zewnętrzną (a) przednią i tylną — zgiąć wzdłuż linii środkowej oraz skleić krawędzie dolne;
2. Wyciąć część wewnętrzną (b) środkową — wsunąć pomiędzy przednią i tylną stronę części zewnętrznej;
3. Prostokąty i kółka zakreskowane należy wyciąć.

Szczegółowy opis posługiwania się kalkulatorem podajemy w rozdziale VIII.

Uwaga: Kalkulator nawigacyjny możemy wykonać naklejając części (a) i (b) na karton lub cienką sklejkę.



a)



b)

25 30 35 40 45 50 55 60 70 80 90 100

1:238	70	0,81	25	76	0,91	32	81	1,02	37	86	1,16	44	95	1,43	49	103	1,72	58	117	2,36	65	128	2,97
1:27	72	0,75	28	74	0,78	33	78	0,87	39	82	0,92	45	92	1,28	51	102	1,64	59	117	2,33	66	128	2,93
			28,4	88		36	93		43	98		52	107		59	114		69	127		78	140	
1:27	72	0,75	28	80	0,80	33	85	0,90	39	90	1,05	46	95	1,25	52	103	1,40	60	110	1,70	67	120	2,2
1:236	63	0,75	24	73	0,92	30	76	0,98	36	79	1,07	42	84	1,25	46	89	1,44	59	98	1,92	63	107	2,47

linia styku

część I

Rys. 77 — część zewnętrzna (a) i wewnętrzna (b) kalkulatora czechosłowackiego

Aby rozwiązać zadanie nawigacyjne za pomocą kalkulatora czechosłowackiego należy:

1. Wyciąć część zewnętrzną (a) przednią i tylną — zgiąć wzdłuż linii środkowej oraz skleić krawędzie dolne;
2. Wyciąć część wewnętrzną (b) środkową — wsunąć pomiędzy przednią i tylną stronę części zewnętrznej;
3. Prostokąty i kółka zakreskowane należy wyciąć.

tością odpowiadającą nawigacyjnemu kierunkowi wiatru (na skali zewnętrznej) odczytujemy kąt wiatrów. Przesuwamy część środkową dotąd, aż w wycięciu znajdującym się nad tarczą kursową ukaże się znaleziona szybkość V_p. W okienku wykazującym wartości przybliżonej szybkości wiatru odczytujemy obok kąta wiatru wartość kąta znoszenia i rzeczywistej szybkości przelotowej W. Szukany kurs busoli będzie różnicą kąta drogowego i kąta znoszenia, wiatr wieje z prawej strony. Aby znaleźć przypuszczalny czas lotu, szukamy pod odpowiednią rubryką W (tabelka na tylnej stronie kalkulatora) cyfry zbliżonej do długości zaplanowanej przez nas trasy. W rubryce czasów odczytujemy odpowiednią wartość czasu trwania przelotu.

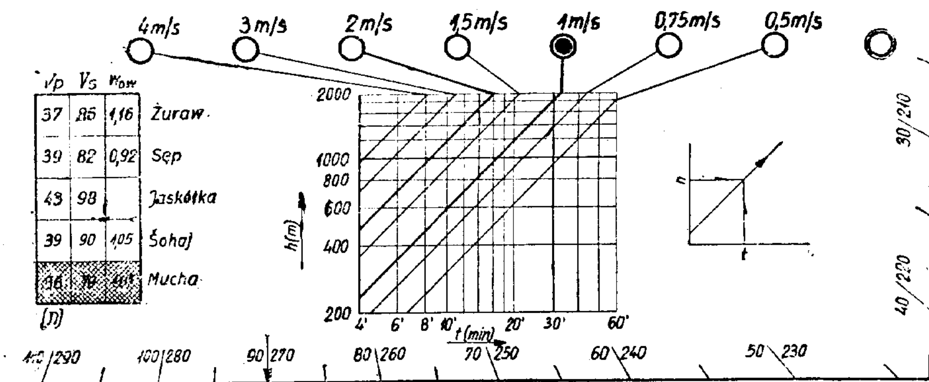
Przykład: $KDG = 65°$
$D = 100°$
$S = 110$ km
$U = 25$ km/godz.
$w_w = 1,0$ m/sek.
Szybowiec Mucha.

Nastawiamy część środkową na $w_w = 1,0$ m/sek. Wtedy własna szybkość przelotowa $V_p = 36$ km/godz., $V_s = 79$ km/godz., $w_{ow} = 1,07$ m/sek. (rys. 78).

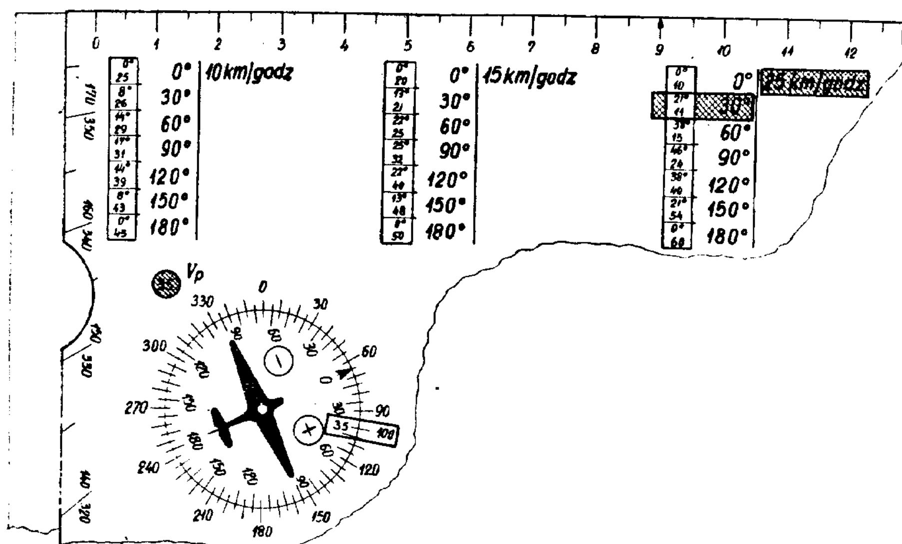
Strzałkę ruchomej tarczy kursowej nastawiamy na kurs 65°. Pod cyfrą 100° na podziałce nieruchomej odczytujemy kąt wiatru $E = 35°$ (rys. 79).

Przesuwamy część środkową, aż w wycięciu dla V_p pojawi się cyfra będąca najbardziej zbliżoną wartością do znalezionej szybkości $V_p = 36$ km/godz. Dla $U = 25$ km/godz. i $E = 30°$ odczytujemy $KZ = 21°$. Dla znalezienia kursu busoli musimy kąt drogowy pomniejszyć o wartość $KZ = 21°$ (wiatr wieje od strony lewej) $KB = 65° - 21° = 44°$

Czas lotu znajdujemy z tabelki dla $W = 55$ km/ogdz. i $S = 110$ km/godz. W naszym wypadku wyniesie on 2 godz. (rys. 80).



Rys. 78. Odczyt na suwaku czechosłowackim.



Rys. 79. Odczyt na kalkulatorze (czechosłowackim).

-W →

t (czas) ↓

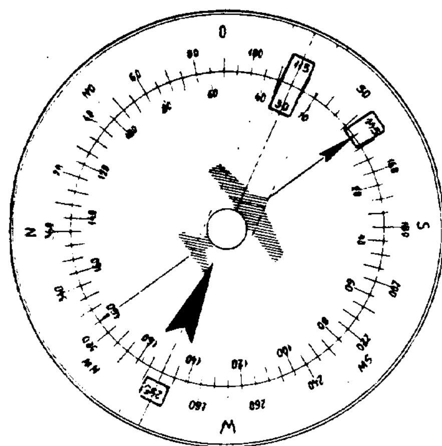
km/godz	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	100	110
5'	2	2	3	3	4	4	4	5	5	6	6	7	7	8	9
10'	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	12	13	15	16	18
20'	8	10	12	14	15	16	18	20	22	23	25	26	30	33	37
30'	12	15	18	20	22	25	27	30	32	35	37	40	45	50	55
45'	18	22	26	30	34	37	40	45	48	52	57	60	67	75	82
1^{00}	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	100	110
1^{30}	37	45	52	60	67	75	82	90	97	105	112	120	135	150	165
2^{00}	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	180	200	220
2^{30}	62	75	87	100	112	125	137	150	162	175	187	200	225	250	275
3^{00}	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	270	300	330
3^{30}	87	105	122	140	157	175	192	210	227	245	262	280	315	350	385
4^{00}	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	360	400	440
4^{30}	112	135	157	180	202	225	247	270	292	315	337	360	405	450	495
5^{00}	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	450	500	550
5^{30}	137	165	197	220	247	275	302	330	357	385	412	440	495	550	605
6^{00}	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	540	600	660
6^{30}	162.	195	227	260	292	325	357	390	422	455	487	520	585	650	715

s (km) →

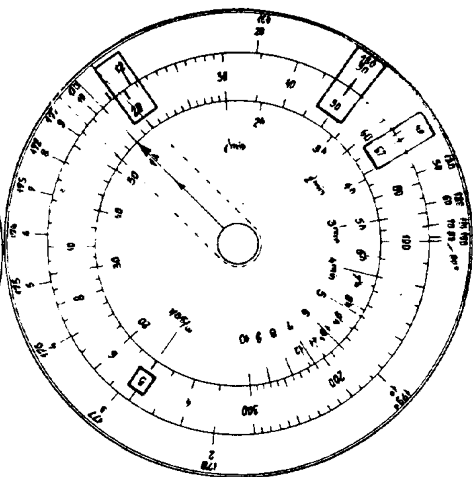
Rys. 80. Tabela kalkulatora (czechosłowackiego) z współrzędnymi *t*, *s* i *W*.

Kalkulator ten nie podaje ścisłych wartości. Wszystkie wielkości są przybliżone. Mimo to jest on dla użytku pilotów szybowcowych zupełnie wystarczający.

Kalkulator niemiecki (rys. 81 i 82) określa wprawdzie ściślej szukane wielkości, ale nie jest tak prosty w użyciu i budowie. Część przednia składa się z dwóch tarcz kursowych (jedna stała, druga ruchoma) i ruchomej kreski wyrytej na pasku celuloidu.



Rys. 81. Odczyt na kalkulatorze niemieckim — kąty i kursy.



Rys. 82. Odczyt na kalkulatorze niemieckim — kąty znoszenia.

Tylną część tworzą 3 pierścienie z naniesionymi na nie skalami logarytmicznymi i kreski na ruchomym pasku celuloidowym. Zewnętrzny pierścień (ruchomy) posiada skalę kątów wiatru i kątów znoszeń, środkowy (stały) — skalę szybkości i odległości, wewnętrzny (ruchomy) — skalę czasu.

Kąty wiatru określa się analogicznie jak na kalkulatorze czeskim, z tą jednak różnicą, że dzięki kresce możemy użyć do obliczeń meteorologicznego kierunku wiatru. Kąty wiatru znajdujemy przez nastawienie strzałki ruchomej tarczy kursowej na wartość kąta drogowego (na podziałce nieruchomej) i pokrycie kreską (strona oznaczona przez strzałkę wiatru) wartości meteorologicznego kierunku wiatru (również na skali nieruchomej). Pod kreską, po przeciwnej stronie strzałki wiatru odczytujemy na skali ruchomej kąt wiatru, a na podziałce nieruchomej — nawigacyjny kierunek wiatru.

Przykład: $KDG = 145°$
$\alpha_m = 295°$ (met. kierunek wiatru).

Nastawiamy strzałkę kursową na 145°. Po nastawieniu kreski na 295° odczytujemy

$E = 30°$

$D = 115°$ (patrz rys. 81).

Na tylnej części kalkulatora wykonuje się obliczenia w podobny sposób jak na suwaku logarytmicznym. Za pomocą części tylnej można rozwiązywać wszelkie żadania z zakresu nawigacji i taktyki przelotu. Ograniczymy się jednak tylko do wyznaczenia średnich wznoszeń, kąta wznoszenia rzeczywistej szybkości przelotowej i czasu trwania przelotu.

Aby znaleźć wartość średniego wznoszenia kominowego, pokrywamy kreską wartość uzyskanej wysokości i podsuwamy pod nią czas zużyty na osiągnięcie wysokości. Wznoszenie wskazuje kreska m/sek. na skali ruchomej (skala czasów).

Przykład: $h = 600$ m
$t_w = 20$ minut

$$W_w = \frac{h}{t_w} = \frac{600 \text{ m}}{20 \text{ min.}}$$

Cyfrę 600 na skali nieruchomej pokrywamy kreską (patrz rys. 82) i podsuwamy pod nią czas 20 min. Kreska m/sek. wskazuje na skali nieruchomej $w_w = 05$ m/sek.

Kąt znoszenia znajdujemy następująco:

Nad wartością V_p (na skali nieruchomej) ustawiamy wielkość kąta wiatru (na skali ruchomej). Kąt znoszenia odczytujemy na skali ruchomej nad wartością U (skala szybkości nieruchoma).

Przykład: $V_p = 50$ km/godz.
$U = 20$ km/godz.
$E = 30°$

Nad cyfrą 50 (skala środkowa) nastawiamy $E = 30°$. Powyżej cyfry $U = 20$ (skala środkowa) odczytujemy na skali zewnętrznej $KZ = 11.5°$ (patrz rys. 82).

Kurs busoli obliczamy analogicznie jak przy kalkulatorze czeskim.

Aby znaleźć W musimy znać wartość E, KZ, V. Nad wartością A_1 (skala ruchoma) nastawiamy wartość E. Pod sumą $KZ + E$ odczytujemy na skali środkowej wartość W.

Przykład: $V_p = 50$ km/godz.
$E = 30°$
$KZ = 12°$. (patrz rys. 82)

Nad $V_p = 50$ km/godz. na skali nieruchomej nastawiamy $E = 30°$. Pod sumą:

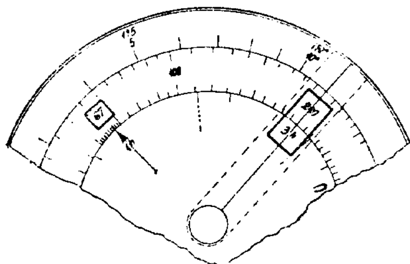
$$E + KZ = 30° + 12° = 42°$$

odczytujemy $W = 67$ km/godz. (na skali szybkości).

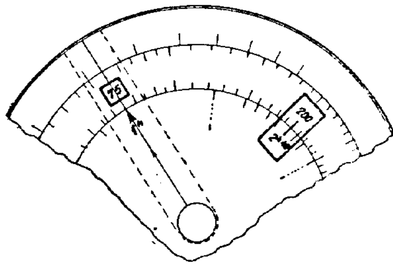
Czas przelotu otrzymamy nastawiając strzałkę ruchomej skali czasowej na wartość W. Pod cyfrą odpowiadającą odległości przelotu odczytujemy na skali czasowej czas lotu.

Przykład: $W = 67$ km/godz.
$S = 200$ km

Czas przelotu znajdziemy przez nastawienie strzałki skali czasowej na $W = 67$ km/godz. i odczytując pod cyfrą 200 (na skali środkowej) czas $t = 3$ godz.



Rys. 83. Odczyt na kalkulatorze niemieckim — czas lotu.



Rys. 84. Odczyt na kalkulatorze niemieckim — szybkość przelotowa.

Aby po wylądowaniu wyliczyć uzyskaną szybkość przelotową, nastawiamy czas lotu pod cyfrą odpowiadającą przelecianej odległości. Strzałka skali czasowej wskazuje szybkość przelotową.

Przykład: $S = 200$ km
$t = 2$ godz. 40 min.

Pod cyfrę 200 km (na skali środkowej) podsuwamy czas $t = 2$ godz. 40 min. Strzałka wskazuje szybkość $W = 75$ km/godz.

Część IV

TAKTYKA PRZELOTU SZYBOWCOWEGO

1. Planowanie przelotu

Przed powzięciem decyzji wykonania określonego rodzaju przelotu należy rozważyć wszystkie czynniki mające nań wpływ. Czynnikami tymi są przede wszystkim warunki meteorologiczne, pora roku oraz — w mniejszym stopniu — typ szybowca, na którym startujemy.

Z punktu widzenia omawianych w tym rozdziale zagadnień przeloty szybowcowe podzielić możemy na dwie grupy:

1. przeloty jednokierunkowe,
2. przeloty po trasach zamkniętych.

Obie grupy przelotów wymagają w zasadzie różnych warunków meteorologicznych. Dla przelotów jednokierunkowych (przeloty otwarte i docelowe) korzystny jest silny wiatr, który w wypadku doboru trasy wzdłuż jego kierunku pomaga w osiąganiu dużych rzeczywistych szybkości przelotowych (W). Rzecz jasna, że zwiększa to również nasze możliwości pod względem kilometrażu planowanego przelotu.

Grupa druga (przeloty docelowo-powrotne, po trasach trójkątnych itp.) wymaga czegoś wręcz odwrotnego. Osiągnięcie dużych wypadkowych (z całej trasy) szybkości przelotowych umożliwia właśnie zupełnie bezwietrzna pogoda.

Wiemy, że podstawowym warunkiem istnienia termicznych prądów pionowych jest występowanie ze wzrostem wysokości dużego (nadadiabatycznego) spadku temperatury. Biorąc pod uwagę złe przewodnictwo cieplne powietrza oraz sposób, w jaki przejmuje ono ciepło od promieni słonecznych (głównie drogą pośrednią od powierzchni ziemi), uzmysłowimy sobie z łatwością, że zasadniczo mogą być dwie przyczyny zwiększające zróżnicowanie temperatur między przyziemnymi a górnymi warstwami powietrza.

Podczas napływu chłodnych mas na cieplejsze podłoże, następuje intensywna wymiana ciepła, co w wyniku daje pożądany gradient temperatury. Do podtrzymania różnicy temperatur między powietrzem a podłożem konieczny jest ruch mas powietrznych. Termikę formującą się wówczas zwiemy naniesioną lub napływową.

Termika naniesiona rozpoczyna się z chwilą napływu chłodnych mas powietrznych, to jest bezpośrednio po przejściu frontu chłodnego lub okluzji o charakterze chłodnym. W porze nocnej ulega jedynie osłabieniu, a tylko niekiedy zupełnie zanika. Występuje więc ona zasadniczo bez względu na porę dnia.

Charakterystyczny dla tego typu pogody jest silny wiatr czyniący ją szczególnie korzystną dla pierwszej grupy przelotów. W tych wyłącznie warunkach tworzą się zwarte szlaki Cu, umożliwiające prowadzenie szybowca na dłuższych odcinkach w locie prostym, co z kolei pociąga za sobą poważny wzrost szybkości przelotowej.

Wybierając się na przelot na termice naniesionej trzeba wziąć pod uwagę szybkość przesuwania się frontu oraz okres, o jaki jego przejście wyprzedza nasz start. Zdarzyć się bowiem może, że po kilku godzinach lotu w sprzyjających warunkach dogonimy front wraz z towarzyszącą mu pogodą, która zmusi nas przedwcześnie do lądowania. Podobny wypadek zdarzył się dwukrotnie jednemu z autorów niniejszej książki, który startując krótko po przejściu wolno przesuwającego się zokludowanego frontu chłodnego zmuszony był do lądowania po przeleceniu każdorazowo zaledwie około 250 km.

Poza tym warunki bezpośrednio po przejściu frontu czy okluzji nie zawsze są łatwe do wykorzystania. Niska temperatura nasuwających się mas powietrza, duża ich wilgotność i chwiejność powoduje często małą wysokość podstawy chmur (500—800 m) i całkowite pokrycie nieba. Uniemożliwia to nasłonecznienie, które ma wpływ nawet w tak typowej, jak opisywana, pogodzie. Jeśli dodamy do tego trudności wykorzystania burzliwych (skutkiem wiatru) wznoszeń w warstwie do około 600 m ponad teren, zrozumiemy, że lot w takich warunkach odbywać się musi prawie wyłącznie w chmurach, co wymaga od pilota odpowiednich kwalifikacji. W tym wypadku nawigacja jest specjalnie trudna ze względu na wspomnianą niską podstawę chmur i złą (skutkiem przelotnych opadów) widoczność.

Z tych powodów winniśmy przed powzięciem ostatecznej decyzji startu zasięgnąć informacji meteo i dobrze się zastanowić, czy nie będzie korzystniej odłożyć przelotu na dzień następny. Jest bowiem prawdopodobne, że warunki lotne mogą być wtedy lepsze. Z drugiej strony trzeba stwierdzić obiektywnie, że tego rodzaju postępowanie prowadzić może, zwłaszcza u mniej doświadczonych pilotów, do stałego oczekiwania na jakąś idealną pogodę i do niewykorzystywania tych sytuacji, które, wprawdzie z pewnym ryzykiem, jednak mogą dać pełne powodzenie wyczynu.

W miarę przedłużania się pobytu chłodnych mas nad danym obszarem zanika stopniowo zróżnicowanie temperatur między powie-

trzem a podłożem oraz słabnie wiatr. Wówczas jako główny czynnik dochodzi do głosu druga z przyczyn chwiejności atmosfery — nasłonecznienie. Termikę powstałą w ten sposób nazywamy wypracowaną.

Wraz ze zmianą typu pogody ulegają zmianie warunki lotne, stając się korzystniejszymi dla wszelkiego rodzaju przelotów po trasach zamkniętych. Termika wypracowana nie wyklucza jednak zupełnie możliwości dalekodystansowych, jednokierunkowych przelotów. Jako przykład podaję znowu przelot jednego z autorów na odległość 400 km w typowo wypracowanej termice i przy całkowitym braku wiatru. Trzeba zaznaczyć, że osiągnięcie zgłoszonego punktu docelowego (470 km) zostało uniemożliwione jedynie przez błędy taktyczne (brak zdecydowania i wynikłe stąd znaczne straty czasu w początkowej fazie przelotu).

Mimo odosobnionych wypadków osiągania dużych odległości w przelotach jednokierunkowych na termice wypracowanej, typową dla tego rodzaju przelotów jest przede wszystkim termika naniesiona.

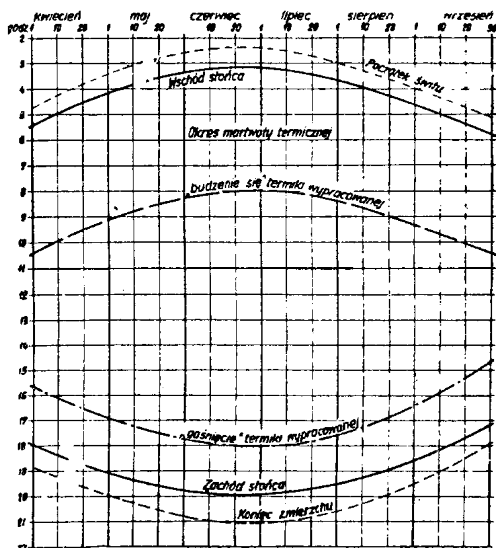
Drugim czynnikiem wpływającym na planowanie przelotu jest pora roku, związana z nią długość dnia i czas trwania termiki. Mimo że odnosi się to zasadniczo do termiki wypracowanej, jednak nawet w typowej termice naniesionej czas nasłonecznienia odgrywa, jak się okazuje, poważną rolę. Potwierdzają to zgodnie piloci, z relacji których wynika, że podczas przelotów czasy lądowań w przybliżeniu pokrywają się wzajemnie, bez względu na rodzaj termiki, w której były wykonywane. Ponieważ wznoszenia w masach powietrznych nasuwających się bezpośrednio po przejściu frontu nie zależą w tym stopniu od pory dnia, przypuszczać należy, że przeloty, o których mowa wyżej, wykonywane były w późniejszych fazach termiki naniesionej. Jest to więc do pewnego stopnia potwierdzeniem słuszności naszej tezy, że korzystniejsze warunki termiczne dla długich przelotów znajdzie szybownik nie bezpośrednio, a dopiero w pewien czas po przejściu frontu (6 do 24 godzin, zależnie od jego aktywności i szybkości przesuwania się).

Omawiając zmienność czasu trwania termiki na przestrzeni roku, przytaczam wyjątek z artykułu mgr. Wł. Parczewskiego. Pisze on:

„W cieplejszej porze roku, w kilka godzin po wschodzie słońca rozpoczyna się nagłe „budzenie" wypracowanej termiki bezchmurnej lub cumulusowej. Od tej chwili trwa ona nieprzerwanie aż do późnych godzin popołudniowych, to jest do kilku godzin przed zachodem słońca.

Ponieważ czas wschodu i zachodu słońca waha się w dość rozległych granicach, a termika wypracowana stanowi ok. 70% termik letnich, warto przeto zaznajomić się bliżej z czasem jej przypusz-

czalnego trwania. Aby ułatwić sobie to zadanie, zwróćmy uwagę na załączony wykres (rys. 85) wschodów i zachodów słońca. Ponieważ tablica jest opracowana dla warunków istniejących w Warszawie, przeto posługując się nią można ewentualnie wprowadzać odpowiednie poprawki, mając na uwadze, że latem im bardziej znajdujemy się na północ od Warszawy, tym dzień jest dłuższy, a im bardziej na południe, tym dzień jest krótszy (zimą obowiązuje reguła odwrotna). Zauważmy przy tym, że maksymalne różnice długości dnia w kierunku południowym wynoszą na obszarze Polski jedną godzinę, to znaczy, że wschód słońca jest około pół godziny wcześniejszy, a zachód pół godziny późniejszy oraz że w kierunku równoleżnikowym przez cały rok, a w kierunku południowym w miesiącach marcu i wrześniu nie ma na obszarze Polski różnic w czasie trwania nasłonecznienia. Widzimy zatem, że różnice te są tak nieznaczne, że uwzględniając na wykresie dane jedynie dla Warszawy nie popełniamy, praktycznie rzecz biorąc, większych błędów.



Rys. 85. Wykres „budzenia się“ i „gaśnięcia“ termiki wypracowanej.

Byłoby naiwnością sądzić, że odczytawszy z wykresu czas trwania termiki wypracowanej możemy już beztrosko planować przelot. Zawsze musimy pamiętać, że może już w odległości kilkudziesięciu kilometrów zalega warstwa *Ac* lub *Sc* * hamująca nasłonecznienie, że wiele innych przeszkód ze strony atmosfery może spowodować zanik prądów wstępujących. Czy należy więc dane z wykresu odrzucić jako bezwartościowe? Nie — lecz na ich podstawie wraz z aktualną prognozą wypracować sobie odpowiednią informację meteorologiczną. Nasz wykres niech więc będzie punktem wyjściowym i posłuży jako jeden z wielu elementów planowania przelotu.“

---

* Altocumulus i Stratocumulus — średnie i niskie chmury kłębiasto-warstwowe.

Trzeba tutaj dodać, że w górach gdzie istnieją duże kontrastowości terenu przy równoczesnym dobrym wystawieniu zboczy na działanie promieni słonecznych, czas trwania termiki będzie średnio około półtorej godziny dłuższy niż na załączonym wykresie.

Z wykresu możemy poza tym czerpać informacje dotyczące pory roku najlepiej nadającej się dla wykonywania długich przelotów. Będzie to okres od połowy maja do końca lipca, gdyż wtedy czas trwania termiki osiąga swe maksimum — ok. 9 godzin.

Ostatnim czynnikiem, mającym wpływ na naszą decyzję dokonania przelotu, jest typ szybowca, którym w danej chwili dysponujemy. Inne są możliwości przelotowe w wypadku lotu na wysokowyczynowej Jaskółce, a inne na treningowo-wyczynowej Musze. Jest jasne, że w warunkach, gdzie wznoszenia są silne i obszerne, na szybkiej Jaskółce możemy osiągnąć większe odległości przelotów (wzrost *V*p) niż na wolniejszej Musze. W warunkach słabych natomiast zdolność szybkiego „wykręcania się" Muchy kompensuje jej gorsze własności lotne. Może nawet dojść do tego, że w końcowym bilansie szybkość przelotowa Muchy okaże się wyższa. Duże znaczenie będzie tutaj miała znakomita zwrotność Muchy, ważna podczas przetrzymywania kryzysów termicznych.

Po rozważeniu wszystkich wyżej omówionych zagadnień winien pilot podjąć decyzję, której trafność zależna będzie tylko od dokładności informacji meteorologicznych oraz od jego osobistego doświadczenia.

2. Ogólne zasady taktyki przelotu szybowcowego

W części pt. „Technika przelotu szybowcowego" zostały omówione zasadniczo wszystkie kwestie związane z techniką przelotu. Wśród nich podano kilka charakterystycznych metod, ułatwiających pilotowi wykonanie poprawnego pod względem technicznym przelotu. Zastosowanie w praktyce każdej z nich daje dobre wyniki, jednakże pilot-wyczynowiec winien tak dobierać metody do chwilowych okoliczności, by osiągnąć jak najlepsze wyniki.

W szybownictwie, jak w każdej innej dziedzinie, panują pewne prądy popularyzujące dzisiaj tę, jutro inną metodę technicznego rozwiązywania przelotów. My podajemy metodę „wypadkową" nie będącą niczym innym, jak sposobem właściwego korzystania z poszczególnych metod, podajemy ją w formie, jaka wydaje się najracjonalniejsza. Ocenę jej skuteczności pozostawiamy czytelnikowi.

Na wstępie musimy zdać sobie sprawę, że im bardziej potrafimy uprościć omawiane poprzednio metody, tym będą one praktyczniejsze. Z doświadczenia bowiem wiemy, że w trakcie przelotu czas, którym dysponujemy dla powzięcia tej czy innej decyzji, mierzy

się nie na minuty, lecz na sekundy. Jasne jest więc, że rozwiązywanie wszystkich kwestii winno być wtedy jak najbardziej zmechanizowane. Nie wszędzie jednak da się to osiągnąć. Często, zwłaszcza w przelotach trudniejszych, do których zaliczyć można przede wszystkim przeloty szybkościowe *, pilot musi nie tylko mistrzowsko władać drążkiem, lecz również intensywnie i skutecznie obmyśleć sposób zachowania się odpowiednio do okoliczności lotu.

Pilot-przelotowiec musi być przyzwyczajony do wykonywania w pamięci przybliżonych obliczeń, gdyż przeprowadzanie ich w sposób ścisły w trakcie lotu jest w ogromnej większości wypadków niemożliwe. Obliczenia ułatwia mu dokładna znajomość wzajemnych zależności i wpływu poszczególnych czynników na przebieg przelotu.

Szybowiec dla celów przelotowych musi być wyposażony w odpowiednie przyrządy i tabele pomocnicze. Do niezbędnych przyrządów należy wariometr o zakresie wskazań ± 5 m/sek. typu skrzydełkowego lub membranowego ** oraz precyzyjny wysokościomierz.

Na wariometr zakładamy kalkulator krążkowy, wysokościomierz zaś wraz ze stoperem (zastępczo można stosować zegarek, co jest jednak bardzo kłopotliwe), z pomocą odpowiedniej tabelki naklejonej na tablicy przyrządów, służy nam w locie do określania średnich wznoszeń kominowych. Pozostałe pomoce, jak wykres dolotowy, tabliczkę średnich szybkości przeskoku naklejamy dla wygody na jednym kawałku sklejki. Pomoce te winny znajdować się w bocznej kieszeni na ścianie kabiny, by były stale do dyspozycji pilota. Szybkościomierz wyposażamy w pierścień z naniesioną nań cyfrowo biegunową szybkości i doskonałości (rys. 38).

Ponieważ stoper winien znajdować się w każdej chwili w łatwo dostępnym i widocznym miejscu, mocujemy go w specjalnej opasce na lewym udzie (bardzo praktyczne) albo wprost na drążku sterowym.

Pierwszą naszą czynnością po wystartowaniu na przelot jest zorientowanie się w warunkach termicznych dnia. Winna to być jedynie kontrola danych orientacyjnych dostarczonych nam przez

---

* Przy dzisiejszym poziomie wyszkolenia pilotów i łączącym się z nim pojęciu „długiego przelotu" zasadniczo wszystkie poważniejsze wyczyny w tych konkurencjach są przelotami szybkościowymi. Ograniczony czas trwania termiki zmusza nas bowiem do osiągania jak najwyższych szybkości przelotowych, decydujących o powodzeniu wyczynu.

** Wariometry o zakresach ± 15 lub 30 m/sek. posiadają zbyt zagęszczoną skalę, co utrudnia poprawne odczytywanie wartości na kalkulatorze krążkowym. Wariometr typu Cosim jest wprawdzie bardzo czuły, jednak wskazania jego można traktować tylko jako jakościowe, a nie ilościowe. Poza tym nieproporcjonalna podziałka przybliżonych wartości wznoszeń uniemożliwia skonstruowanie dlań odpowiednika kalkulatora krążkowego.

służbę meteorologiczną. Najczęściej jednak musimy polegać na własnym doświadczeniu.

W celu wykonania pomiaru średniego wznoszenia uruchamiamy stoper w momencie przejścia z lotu prostego w krążenie, a zatrzymujemy go w chwili wejścia na kurs, po wykorzystaniu wznoszenia. W pomiar wlicza się więc oprócz czasu krążenia również czas stracony na centrowanie komina. Z tego powodu wynikowa, odczytana z tabelki wartość średniego wznoszenia uzależniona jest nie tylko od intensywności komina, ale także od zwrotności szybowca i umiejętności pilota.

Po wykręceniu wysokości i wyjściu ze wznoszenia odczytujemy z tabelki uzyskane średnie wznoszenie, ustawiamy na tę wartość kalkulator krążkowy i rozpoczynamy przelot po uprzednio obranym kursie, stosując szybkości wynikające z kalkulatora. Mamy teraz chwilę czasu, by z odpowiedniej tabelki odczytać wartość średniej szybkości przeskoku (V_s) i spodziewanej szybkości przelotowej (V_p). Średnią szybkość przeskoku stosować będziemy w momentach, gdy jesteśmy tak zaabsorbowani nawigacją, że uniemożliwia to korzystanie z kalkulatora krążkowego.

Pomiar średnich wznoszeń prowadzimy dla kontroli prawie we wszystkich kominach, poprawiając każdorazowo stosownie do wyników położenie kalkulatora.

Posługując się kalkulatorem, wszelkie zmiany szybkości szybowca przeprowadzamy łagodnymi ruchami drążka. Gwałtowne zmiany kąta planowania szybowca, mające na celu dostosowanie się do dyktowanych przez kalkulator szybkości, dają bowiem w wyniku więcej strat niż korzyści. Wyjątek stanowi wypadek przelatywania silnego duszenia, gdzie zwiększenie szybkości musi nastąpić w jak najkrótszym czasie.

Ustawienia kalkulatora, a więc i zakresy stosowanych szybkości przeskoku są zmienne na przestrzeni przelotu, a nawet na przestrzeni jednego przeskoku międzykominowego.

Z rozdziału omawiającego kalkulator krążkowy wiemy, że ustawienie jego winno być uzależnione od intensywności komina, do którego dopiero lecimy. Ponieważ nie jest nam ona jeszcze znana, zastępujemy ją wartością wznoszenia już wykorzystanego, zakładając, że obie wartości są w przybliżeniu równe. Zależnie od okoliczności popełniamy przy tym większe lub mniejsze błędy. Uniknąć ich można częściowo stosując odpowiednie poprawki w ustawieniu krążka na podstawie obserwowanych przed sobą chmur (czasem krążących ptaków lub innych szybowców). W tym wypadku oprzeć się można tylko na doświadczeniu pilota, gdyż nie posiadamy żadnych ścisłych kryteriów, którymi moglibyśmy się kierować. Przydaje się tu jedynie znajomość meteorologii.

Załóżmy, że lecimy na Musze w przeciętnych warunkach termicznych, mając kalkulator ustawiony na wartość średnich wznoszeń 1 m/sek. Po opuszczeniu komina, w którym uzyskaliśmy wysokość 1 600 m, spostrzegamy przed sobą w odległości ok. 10 km ładnie rozbudowującą się lokalną burzę termiczną. Błędem z punktu widzenia techniki przelotowej byłoby dalsze kontynuowanie lotu na szybkościach dyktowanych nam przez kalkulator, przy dotychczasowym ustawieniu. Ponieważ oceniamy, że pod obserwowanym Cb powinniśmy napotkać silniejsze wznoszenie, przypuśćmy tylko 3 m/sek., ustawiamy krążek na tę wartość i prowadzimy dalszy lot wg zwiększonych wskazań kalkulatora.

Przypuśćmy, że po osiągnięciu burzy udało nam się wykorzystać wznoszenie, którego wartość średnią oceniliśmy na 5 m/sek., uzyskując wysokość 4 000 m. Czy duży błąd popełniliśmy, kierując się wskazaniami krążka przy jego ustawieniu na 3 m/sek? Okazuje się że nie. Średnia szybkość przeskoku odczytana z tabelki średnich szybkości przeskoku wynosi dla 3 m/sek. ok. 100 km/godz., co odpowiada doskonałości (odczyt z pierścienia na szybkościomierzu) ok. 10. Jest to, jak się okazuje, maksymalna szybkość przeskoku, przy której zasięg nasz jest jeszcze bezpieczny, tj. pozwala osiągnąć upatrzoną chmurę na wysokości koniecznej do dalszego kontynuowania lotu (w tym wypadku ok. 600 m).

Jak winniśmy nastawić kalkulator na dalszy etap lotu — czy na wartość 5 m/sek.? Ponieważ po wyjściu z chmury na dalszym odcinku trasy nie obserwujemy nic, co wróżyłoby poprawę warunków termicznych, ustawiamy krążek z powrotem na wartość 1 m/sek. i kontynuujemy dalej przelot. Jedynie w ten sposób rozumując jesteśmy w stanie wykorzystać do maksimum możliwości dnia.

Zdarza się jednak, że czy to przelatując obszar atermiczny, czy też pod koniec przelotu zmuszeni jesteśmy prowadzić szybowiec na szybkości maksymalnego zasięgu. W wypadku bezwietrznej pogody ustawiamy kalkulator na „zero" i prowadzimy lot na wskazywanych teraz szybkościach.

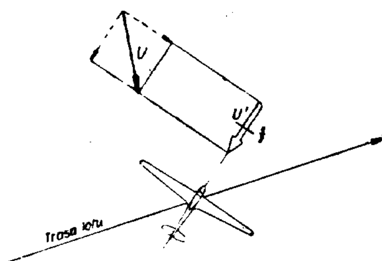
Jak postępować w wypadku wiatru? Uciekamy się wtedy do znanej nam już metody przybliżonej. Lecąc pod wiatr kierujemy się, jak poprzednio, wskazaniami kalkulatora w ustawieniu zerowym powiększając jednak szybkość lotu o połowę szybkości wiatru. Jeśli lecimy z wiatrem czołowo-bocznym sytuacja jest analogiczna, z tym, że powiększamy szybkość o połowę wartości czołowej składowej wiatru (patrz rys. 86) *. Składową czołową wiatru określamy w przybliżeniu — „na oko".

---

* Słuszność tego rodzaju postępowania przybliżonego została stwierdzona tylko doświadczalnie.

W warunkach wiatru tylnego możemy pominąć zupełnie jego wpływ, gdyż, jak wiemy, jest on stosunkowo niewielki.

W krańcowo krytycznych sytuacjach, gdy nie mamy żadnej nadziei na napotkanie wykorzystywalnych w normalny sposób wznoszeń, a punkt docelowy naszego przelotu leży poza granicą zasięgu lotu ślizgowego, stosujemy tzw. w gwarze szybowcowej „lot balonowy". Metoda ta została omówiona w rozdziale pt. „Doskonałość i zasięg". Nawiązując do niej stwierdzić trzeba, że w praktyce trudno jest na podstawie chwilowych wskazań wariometru określić średnie opadanie i porównać je w sposób dokładny z teoretyczną wartością w_{gran}. Z tych powodów praktycznie metodę lotu balonowego stosujemy wtedy, gdy chwilowe wskazania wariometru nie przekraczają 0,3 m/sek. opadania.



Rys. 86. Składowa czołowa wiatru.

Zastanówmy się teraz nad zagadnieniami dotyczącymi bezpośrednio taktyki przelotowej przyjmując, że technicznie potrafimy już latać prawidłowo. Dobrą taktyką przelotu nazwiemy umiejętność wyszukiwania w czasie lotu najkorzystniejszych warunków atmosferycznych. W technice przelotowej podstawą postępowania jest znajomość własności szybowca. W taktyce rolę tę zajmuje meteorologia.

Podstawowe kwestie taktyki przelotowej zostały już między innymi omówione w części pierwszej niniejszej pracy. Tutaj zajmiemy się bliżej zagadnieniami, których znajomości wymaga się od bardziej zaawansowanego szybownika.

Obecnie piloci najbardziej cenią umiejętność osiągania dużych szybkości przelotowych. Świadczy o tym fakt stałego zwiększania się ilości konkurencji szybkościowych. Jest to zresztą związane bezpośrednio ze wzrostem przeciętnego kilometrażu przelotu, o czym niejednokrotnie już wspominaliśmy.

Pomijając udoskonalanie sprzętu i stosowanie poprawnej techniki przelotowej, na zwiększenie szybkości przelotowej ma wpływ przede wszystkim średnia prędkość wykorzystywanych wznoszeń. Z tego powodu szybownicy zaczęli masowo wykorzystywać wznoszenia wewnątrz chmur, przekraczające wielokrotnie pod względem intensywności i rozległości prądy wstępujące pod ich podstawą. W ten sposób podniósł się przeciętny pułap przelotu i jego pewność *. Trudno sobie wyobrazić dzisiaj pilota wyczynowego bez do-

* Mowa o zmniejszeniu możliwości przymusowych lądowań.

skonale opanowanego „ślepaka". A przecież jeszcze kilka lat temu zaledwie jednostki posiadały tę umiejętność.

W termicznych lotach szybowcowych wykorzystywane są zasadniczo 3 typy chmur kłębiastych, zwanych fachowo cumulusami (Cu):

a) cumulusy pięknej pogody (cumulus humilis) — symbol *Cu hum*,

b) cumulusy wypiętrzone (cumulus congestus) — symbol *Cu cong*,

c) cumulusy opadowe (cumulonimbus) — symbol *Cb*, przechodzące często w stadium burzowe.

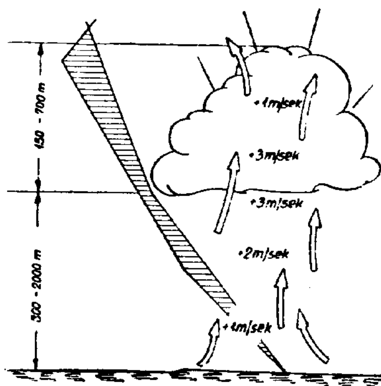
Zanim jednak omówimy je szczegółowo, zapoznajmy się z ogólnym schematem ich powstawania, zwracając uwagę tylko na te szczegóły, które są pilotowi koniecznie potrzebne.

Masy powietrza, uniesione w górę w prądach wstępujących, dochodzą do poziomu kondensacji, gdzie część pary wodnej skrapla się. Wyzwolone ciepło skraplania ogrzewa otaczające powietrze, tak że prądy wznoszące wzrastają podwójnie. Kondensacja odbywa się dalej, coraz więcej ciepła uwalnia się, wznoszenie rośnie. Na wysokości, na której temperatura osiągnie 0° C, czyli na tzw. wysokości izotermy zerowej, zaczyna występować oblodzenie. Uwalniana ilość ciepła jest już teraz mniejsza (ciepło skraplania wody jest około 5 razy większe od ciepła krzepnięcia), mniejszy jest wzrost prądów wznoszących. Warstwa, w której odbywa się ścinanie wody w lód, leży między 0° a —12° *C* (w *C*b do — 20° *C*), co odpowiada wysokości 1 000—3 000 m. Powyżej prądy wznoszące zależą już tylko od chwiejności równowagi otaczającej atmosfery. Nie zawsze cumulus posiadać będzie opisane wyżej 3 strefy. Często zalegająca warstwa inwersji lub izotermii ogranicza ich wypiętrzenie, redukując tym samym wyższe strefy rozwojowe.

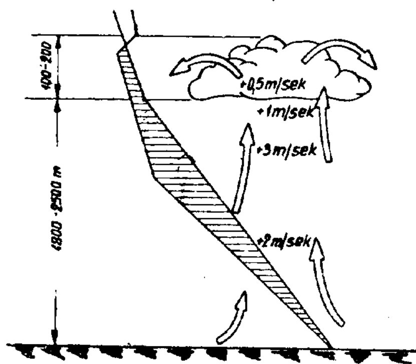
Cumulusy pięknej pogody są to chmury kłębiaste, które często obserwujemy podczas słonecznych, letnich dni (rys. 87 *). Charakteryzują się one małym wypiętrzeniem (150—700 m) oraz najczęściej wysoką podstawą. Tworzą się podczas trwania termiki wypracowanej, ewentualnie późniejszych form termiki naniesionej. Występujące w nich wznoszenia sięgają maksymalnie 5 m/sek., zależnie od stopnia wypiętrzenia. Ponieważ pogoda, w której występują, obejmuje zwykle duże obszary, szybownicy chętnie wykorzystują

* Cyfry obrazujące intensywność wznoszenia pod i we wnętrzu chmury odnoszą się do jego przeciętnych wartości, uzyskiwanych przez szybowce (wskazania wariometru) w podobnych warunkach atmosferycznych. Uwaga ta odnosi się także do rysunków 88, 89, 90 i 91.

te wznoszenia zarówno do dłuższych przelotów jednokierunkowych, jak i do przelotów po trasach zamkniętych (zależnie od nasilenia wiatru).

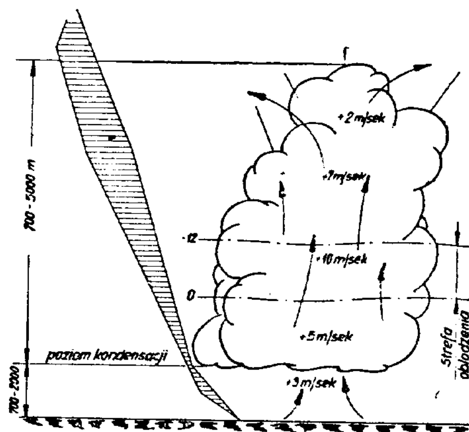


Rys. 87. Schemat rozkładu i zasięgu wznoszeń uzyskanych pod i we wnętrzu cumulusa pogodowego oraz charakterystyczny dla tego typu zachmurzenia kształt emagramu.



Rys. 88. Schemat rozkładu i zasięgu wznoszeń uzyskanych pod i we wnętrzu płaskiego cumulusa pogodowego oraz charakterystyczny dla tego typu zachmurzenia kształt emagramu.

Krążenie w *Cu hum* nie przedstawia żadnych trudności ze względu na spokojny charakter wznoszeń. Oblodzenie nawet słabe należy w tego typu chmurach do rzadkości, gdyż wznoszenia nie osiągają najczęściej poziomu izotermy zerowej. Zazwyczaj cumulus pogodowy posiada tylko jeden rdzeń wznoszeń. Pod najciemniejszym punktem chmury znajdujemy z reguły najsilniejszy prąd wstępujący Niejednokrotnie przy zachmurzeniu tego typu wykręcanie się aż do wysokości podstawy jest nieopłacalne lub wręcz niemożliwe z racji malejących z wysokością wznoszeń. Powodem tego jest zmniejszający się z wysokością gradient temperatury (rys. 88). Charakterystyczne są wtedy szczególnie małe wypiętrzenia (50—200 m) i często bardzo wysoka podstawa (1 800—2 500 m).



Rys. 89. Schemat rozkładu i zasięgu wznoszeń uzyskanych pod i we wnętrzu cumulusa wypiętrzonego oraz charakterystyczny dla tego typu zachmurzenia kształt emagramu.

Dzień obfitujący w chmury kłębiaste typu Cu cong jest dla szybowników najbardziej korzystny z punktu widzenia przelotu. W tego rodzaju zachmurzeniu opady nie utrudniają lotu i nawigacji, wznoszenia zaś i uzyskiwane w nich wysokości są wystarczająco duże (rys. 89).

W chmurach tego rodzaju musimy liczyć się już z oblodzeniem i z tym, że niezbędny jest dobrze działający elektryczny zakrętomierz lub sztuczny horyzont. Prądy wstępujące osiągają tutaj wartości dochodzące do 15 m/sek., przeciętnie 5—10 m/sek. Chmura tego typu (zwłaszcza jednostki większe) posiadać może, podobnie jak Cb, kilka rdzeni wznoszeń. Po wejściu w pierwsze strzępy podstawy cumulusa krążymy dalej zazwyczaj bez żadnych trudności starając się wycentrować środek prądu wznoszącego. Znajdziemy go tam, gdzie kondensacja jest najintensywniejsza, a więc chmura najciemniejsza. Z chwilą zbliżania się do warstwy oblodzenia krople rosy rosną, przenikają do wnętrza kabiny, potem zaczynają marznąć i tworzyć sople lodu. Lód osadza się szczególnie na wszelkich nierównościach kabinki, jak odwietrzniki, okienka, oraz na krawędziach natarcia płatów i sterów (powoduje to w skutkach poza wzrostem obciążenia i zmianą profilu także zmiany wyważenia szybowca, który staje się ciężki na ogon).

Ze wzrostem wysokości lód twardnieje, w końcu na limuzynie i wszystkich metalowych częściach pokazują się igiełki lodu — strefa oblodzenia jest przekroczona. Krążymy więc dalej aż do chwili, gdy zrobi się jasno i wyjdziemy w okolicy wierzchołka chmury. Drugim symptomem zbliżania się do szczytu cumulusa jest pojawienie się drobnych nerwowych rzucań, utrudniających utrzymanie szybowca w obrębie słabnącego wznoszenia. Jeśli nie wyjdziemy blisko wierzchołka chmury, można jeszcze raz w nią wejść, kierując się z pomocą busoli i skrętomierza w stronę najwyżej wypiętrzonej „wieży" cumulusa. Oczywiście jest to dla nas dużą stratą czasu. Trzeba więc w miarę możności unikać podobnej sytuacji, a w wypadku niezbyt silnych wznoszeń lub małej odległości od szczytu chmury nie wracać do niej, lecz kontynuować dalej przelot.

W zapale zdobywania wysokości nie wolno nam zapomnieć między 4 500 do 5 500 m o nałożeniu maski tlenowej (uwaga ta odnosi się głównie do chmur typu *Cb*).

Nie należy czekać, aż objawy głodu tlenowego wystąpią w formie niepokojącej. Wznoszenia są tutaj tak znaczne, że nie zdążywszy włożyć maski tlenowej możemy stracić panowanie nad szybowcem (około 7 000 m, zależnie od organizmu pilota). Jest to tym bardziej groźne, że brak tlenu przytępia naszą świadomość i spraw-

ność wykonywanych czynności, tym samym przedłuża czas zakładania maski.

Po wykręceniu wysokości i wyprowadzeniu szybowca na kurs* kontynuujemy dalej przelot stosując szybkości przeskoku, wynikające z wartości uzyskanego średniego wznoszenia. Czasami warto jednak stosować szybkości mniejsze za cenę uzyskania lepszego zasięgu, ściślej mówiąc dla utrzymania się stale powyżej podstawy chmur lub nawet powyżej strefy oblodzenia. Przy odpowiednich wypiętrzeniach i odległościach chmur nie jest to wcale trudne do osiągnięcia, nie wymaga nawet zmniejszenia szybkości przeskoku.

Gdy wznoszenia napotykane w chmurach są zbyt słabe, może okazać się korzystne nieprzekraczanie dolnej granicy strefy oblodzenia. Zyskujemy tu kosztem mniejszej wysokości lotu sprawne działanie wszystkich przyrządów pneumatycznych i nie spotykamy się z oblodzeniem. Jako krytyczną wartość można tutaj podać 2 do 3 m/sek. wznoszenia zależnie od intensywności oblodzenia. W chmurach tego typu nie napotykamy wyładowań elektrycznych, mogą jednak wewnątrz chmury występować opady deszczu i gradu. Sytuacje atmosferyczne analogiczne do wyżej opisanych spotyka się na długich dystansach przelotów niestety stosunkowo rzadko. Najczęściej w tak idealnych warunkach termicznych wykonujemy tylko pewne etapy przelotu.

Przy zachmurzeniu Cu cong występują często około godziny 13 kryzysy nasilenia wznoszeń. Wskutek nadmiernego wzrostu zachmurzenia teren ulega zacienieniu, co z kolei pociąga za sobą zanik zróżnicowania temperatur podłoża. Kryzysy te nie są jednakże trudne do przetrzymania.

Przy odpowiednim pionowym rozkładzie temperatur Cu cong rozwijając się przekształca się w chmurę deszczowo-burzową Cb. Wypiętrzenie takich chmur może sięgać w naszym klimacie do 10 000 m**, a występujące w nich wznoszenia nawet powyżej 30 m/sek. (rys. 90).

Taktyka wyszukiwania i wykorzystania wznoszeń jest analogiczna jak w wypadku chmur Cu cong. Trzeba jednak pamiętać, że prądy wznoszące w Cb występują w zasadzie tylko w jego przedniej części, na tzw. „czole". Zachodzi zatem konieczność określe-

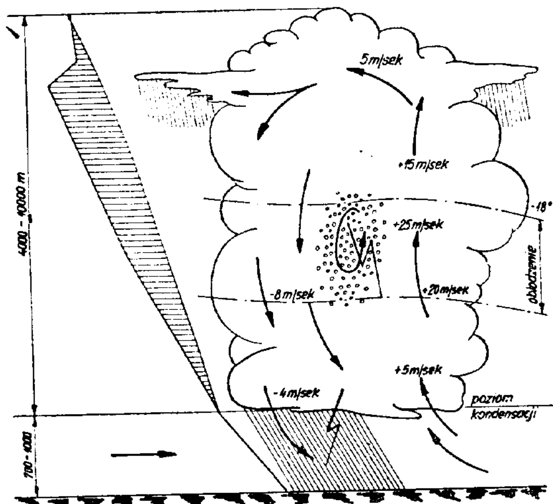
---

* Umiejętność ta winna być u pilota-przelotowca doprowadzona do perfekcji, co nie należy do rzeczy łatwych przy posługiwaniu się normalną busolą magnetyczną. Żyrobusoli, która ułatwia ogromnie to zadanie, jeszcze nie posiadamy w standartowym wyposażeniu naszych szybowców wyczynowych.

** W Afryce środkowej i Indiach Cb osiągają wysokość do 18 000 m, a wznoszenia do 60 m/sek. — dane ze sprawozdań pilotów wojskowych.

nia ruchu postępowego burzy*. Normalnie stosowana przez szybowników metoda orientacyjna na podstawie kierunku przesuwania się cienia mniejszych chmur po ziemi zawodzi tutaj, gdyż w tego rodzaju sytuacji meteorologicznej panują najczęściej wiatry zmienne. Kierować się więc trzeba obserwacją miejsca występowania opadów (tylna część chmury) i najwyższych wypiętrzeń (przednia część chmury). Cb często łączą się w grupy tworząc rozległe burze termiczne. Burza taka rozpadając się tłumi wszelką termikę i uniemożliwia dalsze kontynuowanie przelotu. Dlatego chmury Cb wykorzystywać należy możliwie w początkowym stadium rozwoju, a po uzyskaniu wysokości szybko oddalać się w kierunku, który nie został jeszcze objęty jej wpływem. Przebijanie się przez burzę od jej tylnej strony możliwe jest tylko w wypadku mniejszych Cb oraz wtedy, gdy rozporządzamy szybkim szybowcem i dużym zapasem wysokości (powyżej 2 000 m). W innych wypadkach trzeba albo zboczyć całkowicie z dotychczasowego kursu, albo próbować obejść burzę.

Krążąc w chmurze pamiętać należy kurs busoli, prowadzący do czoła burzy, aby w wypadku wpadnięcia w duszenie wiedzieć, gdzie należy szukać prądów wstępujących. Podobnie jak w Cu cong główna strefa wznoszeń jest najsilniejsza i raczej spokojna. Bardzo



Rys. 90. Schemat rozkładu i zasięgu wznoszeń uzyskanych pod i we wnętrzu cumulusa burzowego oraz charakterystyczny dla tego typu zachmurzenia kształt emagramu.

* Mowa o burzy termicznej. O wykorzystywaniu burz frontowych będzie mowa dalej.

silne rzucania spotykamy natomiast w pobocznych rdzeniach wznoszeń, ze względu na bliskość turbulencyjnych stref granicznych oddzielających wznoszenia od duszeń.

Jak wynika z powyższego opisu, pogoda obfitująca w tego typu zachmurzenie niezbyt nadaje się do przelotów *, klasyfikując się wybitnie do lotów wysokościowych.

Burza termiczna jest bardzo korzystna, gdy osiągniemy ją w końcowej fazie przelotu, w okresie zamierania termiki. Uzyskanie wysokości 3—6 000 m zezwala na dalsze poważne przedłużenie przelotu już wyłącznie w locie ślizgowym.

Niejednokrotnie zdarza się, że pilot, poszukując wznoszeń na małej wysokości pod Cb, znajdzie się w końcu w krytycznej sytuacji zmuszającej go do lądowania. Jedynym dla niego ratunkiem będzie wtedy skierować swój lot ku najbliższym nasłonecznionym obszarom, gdzie z dużym prawdopodobieństwem potrafi odzyskać z powrotem bezpieczną wysokość lotu. Uzasadnić to można kontrastem temperatur między podłożem zacienionym a nagrzanym przez bezpośrednie i częściowo odbite od chmur promienie słoneczne. Poszukiwanie wznoszeń pod burzą na małej wysokości jest zazwyczaj bezcelowe zwłaszcza w późniejszych jej stadiach.

Ciekawe i bardzo korzystne dla szybownika jest zjawisko szlaków chmurowych, wzdłuż których przelatywać możemy w locie prostym znaczne odcinki. Szlaki chmurowe tworzą się w warunkach termiki naniesionej i silnego wiatru (stąd używana czasem nazwa „termika wietrzna"). Szlaki takie składają się najczęściej z szeregu zlewających się ze sobą Cu hum lub Cu cong. Niesłusznie nazywane są także szlakami łańcuchy cumulusów pogodowych, unoszone przez wiatr znad intensywniejszych ognisk termicznych. Zjawisko to zachodzi w termice wypracowanej i jest pochodzenia czysto termicznego, w odróżnieniu od opisywanego zjawiska szlaków w termice naniesionej, pochodzenia dynamiczno-termicznego. Taktyka wykorzystywania łańcuchów cumulusów pogodowych jest czymś pośrednim między taktykami przelotu prowadzonego w normalnej termice a pod szlakiem.

Dotychczas jeszcze w szybownictwie panuje przekonanie, że lecąc pod szlakiem cumulusów należy prowadzić szybowiec na takiej szybkości, by utrzymywać stale wskazówkę wariometru w położeniu zerowym. Prowadzi to w wyniku do zwiększania szybkości w obrębie silniejszych, a zmniejszania jej w obrębie słabszych wznoszeń. Czytelnik, który uważnie przeczytał część pt. „Technika przelotu szybowcowego", winien się sam zorientować, że założenie to jest

* Rozpadające się burze skracają czas trwania termiki. Poza tym nawigacja jest utrudniona ze względu na zmienność wiatrów i złą widoczność.

z gruntu mylne, przeczy ono bowiem naszym wywodom, w których udowadnialiśmy, że gospodarowanie szybkością winno odbywać się wręcz odwrotnie.

Zachodzi więc pytanie, jak prowadzić prawidłowo przelot pod szlakiem Cu. Trudno na nie odpowiedzieć w sposób ścisły, ze względu na dużą ilość zmiennych występujących w równaniach matematycznych odpowiadających danej sytuacji. Można jednak podać przybliżoną metodę dającą dobre wyniki, a w każdym razie bezwzględnie racjonalniejszą od dotychczas stosowanych.

Lecąc pod szlakiem cumulusów tak ustawiamy kalkulator krążkowy, by stosując wykazywane przezeń szybkości utrzymywać się stale w zakresie wysokości, w którym występują najsilniejsze wznoszenia. Tę metodę postępowania ułatwia nam przybliżona znajomość wysokości, na której warunki powyższe będą spełnione — znajdziemy ją bezpośrednio pod podstawą lub wewnątrz chmur. Opisany sposób postępowania jest jeszcze daleki od doskonałości, niemniej jednak jest bardziej racjonalny od dotychczas stosowanych.

Ponieważ szlaki cumulusowe w naszym klimacie rzadko rozciągają się na długości większej od 30 do 40 km, przeto stosunkowo często zmuszeni jesteśmy do przeskoków między poszczególnymi pasmami. Prowadzenie lotu pod podstawą chmur ułatwia nam wprawdzie nawigację, ale zmusza równocześnie do stosowania mniejszych szybkości lotu w końcowych odcinkach szlaku. Spowodowane jest to koniecznością uzyskania odpowiedniej wysokości dla przeskoczenia międzychmurnej luki. Dla wykonania przeskoku należy zmienić ustawienie kalkulatora na około 50% wartości średnich wznoszeń wykorzystywanych w locie prostym *. Jest to jednak tylko wartość orientacyjna, uzależniona od wielu czynników, jak np.: wysokości wyjściowej przeskoku, jego odległości, charakterystyki szybowca itp., tak że wyczucie i doświadczenie pilota odgrywa tutaj zasadniczą rolę.

Ponieważ do wyjątków należą szlaki ciągnące się, chociażby z przerwami, ale wzdłuż jednej prostej, przeto wyłania się drugie pytanie: kiedy opłaca się z punktu widzenia szybkości przelotowej prowadzić przelot po trasie łamanej od szlaku do szlaku. Ze względu na to, że zyski szybkości są tutaj bardzo znaczne, zazwyczaj nawet taki „łamany" lot jest opłacalny. Naturalnie odległości i zboczenia z trasy nie mogą być zbyt wielkie. Trudno dać tutaj jakąś ścisłą receptę; w większości wypadków decydują o tym doświadczenie i umiejętności pilota.

---

* Odczytujemy je z położenia kalkulatora krążkowego względem wariometru podczas lotu pod lub we wnętrzu szlaku.

Pozostaje jeszcze do omówienia przelot na burzy frontowej. Stracił on dzisiaj już swą dawną popularność ze względu na stosunkowo słabe wyniki * i rzadkość występowania u nas tego ciekawego zresztą zjawiska meteorologicznego na większej przestrzeni.

Przewidywanie trasy w tego rodzaju warunkach właściwie nie istnieje. Trasa bowiem naszego przelotu zależy wyłącznie od długości i kierunku przesuwania się frontu, które są zmienne w czasie i tylko w przybliżeniu dają się przewidzieć. Moment startu na burzę frontową (rys. 91) musi być odpowiednio uchwycony. Zarówno zbyt wczesny, jak i zbyt późny start nie daje wyników. Najwygodniejszy jest start na holu za samolotem, dający nam pod tym względem dużą tolerancję. W tym wypadku startujemy w momencie ciszy poprzedzającej nadejście burzy, ewentualnie jeszcze wcześniej. Start ze zbocza i wyciągarki winien się odbyć w końcowej fazie ciszy lub też przy pierwszym podmuchu nadciągającej burzy. Pamiętać trzeba, że wiatr zmienia kierunek o ok. 160°, należy więc przed tym zmienić rozłożenie startu. Gdy jest to z przyczyn technicznych niemożliwe (np. brak samochodu do szybkiego przetransportowania wyciągarki lub odpowiedniego zbocza), startować należy wcześniej, w ciszy. Powodzenie startu jest wtedy jednak dość problematyczne. Przejście na burzę frontową wprost z termiki jest dosyć trudne. Wyciągarka przy startach na burzę ** musi być dobrze uziemiona ze względu na możliwość uderzenia

Rys. 91. Wykorzystanie wznoszeń czoła burzy.

* Przed 1939 r. najdłuższy z tego typu przelotów nie przekroczył 350 km.
** Odnosi się to także do startów na burzę termiczną.

piorunu w linkę oraz możliwość występowania przykrych, choć nieszkodliwych dla pilota porażeń pod wpływem prądów indukcyjnych.

Po napotkaniu prądów wznoszących pod nasuwającym się walcem burzowym tak manewrujemy szybowcem, by podczas ich wykorzystywania nie zbliżać się do walca burzowego na odległość mniejszą niż ok. 500 m, zależnie od szybkości szybowca. Ogarnięcie bowiem przez walec burzowy grozić może — ze względu na silną turbulencję — utratą panowania nad szybowcem, a nawet jego rozsypaniem. Autorzy przy opracowywaniu tej części rozdziału opierali się wyłącznie na skąpych zresztą opisach tego rodzaju przelotów przed rokiem 1939. Ponieważ od tego czasu poziom wyszkolenia pilotów i wytrzymałość sprzętu stanęły na znacznie wyższym poziomie, przypuszczać należy, że wejście w burzę frontową nie byłoby już dzisiaj dla zaawansowanego pilota czymś specjalnie groźnym. Brak doświadczenia pod tym względem nie zezwala jednak na zajęcie tutaj bardziej sprecyzowanego stanowiska. Nie wydaje się jednak celowe wchodzenie w burzę w podobnej sytuacji ze względu na niechybną utratę orientacji.

Po osiągnięciu na czole burzy większej wysokości w spokojnych prądach wstępujących rozpoczynamy przelot po stycznej do frontu. Mamy tutaj możność prowadzenia szybowca we wznoszeniach w locie prostym, a więc znajdujemy się w analogicznej sytuacji jak pod szlakiem cumulusowym.

Lot na burzy frontowej wymaga od pilota dobrej orientacji i szybkiej decyzji. Często bowiem front nie tworzy linii ciągłej, a posiada przerwy i odnogi komplikujące prosty, zdawać by się mogło, schemat lotu. Niejednokrotnie korzystne jest pozostanie na czole jakiegoś wybranego, bardziej aktywnego odcinka frontu i kontynuowanie przelotu wraz z jego szybkością postępową (30—70 km/godz.). Przed lotem z burzą frontową należy się więc o ile możności dokładnie zaznajomić z rozkładem i charakterem frontów. Przy tym trzeba kierować swój lot w tę stronę, w której front ma przebieg bardziej gwałtowny. W razie lotu ku północy należy zwrócić uwagę na to, czy front nie ulegnie tam wkrótce zokludowaniu, co może zniszczyć zupełnie warunki lotne. Gdy front burzowy zamiera lub rozpada się na mniejsze człony trudne do wykorzystania, należy po uzyskaniu możliwie jak największej wysokości zakończyć przelot lotem ślizgowym, prowadząc szybowiec na szybkości największego zasięgu. Po wylądowaniu trzeba natychmiast zabezpieczyć szybowiec przed deszczem i wiatrem, którego należy oczekiwać ze względu na doganiający nas front. Odmiennym zjawiskiem, związanym jednak także z frontem chłodnym, jest fala wolna,

o obecności której świadczą poprzedzające front chmury Ac lent *. Przewidywać należy, że w przyszłości i ona może być czynnikiem otwierającym perspektywy nowych rodzajów przelotów. Do chwili obecnej nie mamy jednak w tej dziedzinie żadnych praktycznych doświadczeń.

Podczas przelotu zarówno w warunkach termiki wypracowanej, jak i termiki naniesionej, pilot niejednokrotnie napotyka zagradzające mu drogę ławice chmur warstwowych. Jeżeli ławicę tworzą cienkie, średnie lub wysokie chmury warstwowe **, istnieje możliwość, że znajdziemy pod nią wznoszenia wprawdzie słabe, jednak umożliwiające dalszy przelot. Gdy pod warstwą taką obserwujemy chociażby słabo wypiętrzone chmury typu Cu hum, dalszy przelot ma duże szanse powodzenia. Gorzej natomiast przedstawia się sprawa, gdy nadciągająca ławica jest znacznej grubości i całkowicie zacienia pokrywany przez siebie obszar. Jeśli posiada ona niewielkie rozmiary, istnieje możliwość obejścia jej lub przekroczenia w locie ślizgowym. Jeśli rozciąga się szeroko, pilotowi nie pozostaje nic innego, jak zmienić kurs albo lądować po krótkim locie ślizgowym.

3. Przeloty otwarte i docelowe

Przelot otwarty (inaczej przelot na odległość) stracił w obecnej chwili dużo na swej aktualności. Jest to bowiem bezsprzecznie najłatwiejszy rodzaj przelotu, dający pilotowi mało korzyści pod względem treningowym (brak konieczności dokładnego nawigowania) przy stosunkowo wysokich kosztach (konieczność transportu powrotnego na długich odcinkach). Z tych powodów wykonywanie jego winno być ograniczone do prób pobicia rekordów w tej konkurencji, ewentualnie prób wykonania najtrudniejszego przelotu warunkowego na odległość 500 km.

Przelot docelowy jest to lot na odległość, którego punkt docelowy zgłasza pilot *na piśmie* przed startem. Ten rodzaj przelotu jest o wiele racjonalniejszy pod względem *treningu od przelotu otwartego*, wymaga bowiem prowadzenia dokładnej nawigacji. Koszty pozostają jednak również wysokie. Wykonywanie przelotów docelowych winno być również częściowo ograniczone do lotów rekordowych i warunkowych, a wyjątkowo można je wykonywać w formie treningów, gdy sytuacja meteorologiczna nie zezwala na inny rodzaj przelotu (np. silny wiatr).

Punkt docelowy należy zgłaszać z reguły tak, by odległość przelotu była maksymalną przewidywaną dla danego dnia. Zapewnia

* Altocumulus lenticularis.

** Typu Cirrus, Cirrostratus oraz Altostratus translucidus i Altocumulus translucidus.

nam to dobre pod względem sportowym wyniki. Wyjątek stanowią przeloty docelowe mające do spełnienia inne zadanie (np. loty okrężne, transportowe itp.).

Ponieważ wszystkie zasadnicze zagadnienia taktyki związane z przelotem otwartym i docelowym omówione zostały poprzednio, zajmiemy się obecnie omówieniem ich strony sportowej *.

Odległością przelotu otwartego nazywamy długość linii łączącej miejsce startu i lądowania (patrz „Nawigacja szybowcowa", pomiar odległości po łuku wielkiego koła). Określenie to odnosi się również do odległości przelotu docelowego. Punkt docelowy uważa się za osiągnięty, jeśli pilot wyląduje w obrębie koła o promieniu 1 000 m, którego środek stanowi punkt docelowy. Dla uniknięcia nieporozumień punkt docelowy powinno się określać dokładnie, za pomocą współrzędnych geograficznych albo charakterystycznych szczegółów terenowych.

Dozwolone są wszystkie rodzaje startu, przy czym jego miejsce określa się przez odrzutowanie na powierzchnię ziemi punktu, w którym nastąpiło odczepienie się szybowca od urządzenia umożliwiającego start. Za moment startu uważamy rozpoczęcie samodzielnego lotu, tj. moment odczepienia się szybowca od linki samolotu holującego, wyciągarki lub od liny gumowej. Różnica wysokości między punktem odczepienia a miejscem lądowania nie może przekraczać 1% przelecianej odległości i nie powinna być większa od 1 000 m. W razie przekroczenia 1 000 m odejmuje się od rzeczywistej odległości przelotu 25-krotną wartość nadwyżki wysokości.

Jeżeli wykonywany przelot ma być warunkowy, na szybowcu może znajdować się tylko sam pilot. Szybowiec winien być wtedy zaopatrzony w barograf plombowany przez komisarza sportowego. Barograf nie jest konieczny, jeżeli wyczyn przez cały czas jego trwania kontrolowany jest przez komisarza sportowego.

W przelotach docelowych można ewentualnie poprawiać wyniki wyczynów kontrolowanych — szybkości przelotu docelowego na trasach o długości 100, 200, 300, 400 i 500 km. Wyczyn zatwierdzony stanowi średnią szybkość osiągniętą na długości danej trasy. Zatwierdza się go dla tras stanowiących wielokrotność 100 km (do 500 km włącznie), przyjmując zawsze tylko pełne, stukilometrowe

* Dane odnośnie przepisów sportowych opracowane zostały na podstawie „Kodeksu sportowego Międzynarodowej Federacji Lotniczej F.A.I. 1950 r." oraz „Regulaminu Prób Ustanawiania Rekordów i Przyznawania Międzynarodowych Odznak Szybowcowych — załącznik do Kodeksu Sportowego F.A.I. zatwierdzony przez Międzynarodową Komisję Szybowcową w Oerebro, 1950 r." Nie są one dosłownymi i kompletnymi cytatami z wyżej wymienionych źródeł, a mają jedynie na celu dostarczenie pilotom wskazówek odnośnie do wykonywania poprawnych pod względem sportowym przelotów.

odcinki. Długości trasy ustala się analogicznie jak dla przelotów otwartych. Czas, jaki upłynął od momentu odczepienia do momentu lądowania, należy odczytać z barogramki. Trzeba zwrócić uwagę, iż regulamin F.A.I. nie przewiduje możliwości zastępowania czasów startu i lądowania czasami startu lotnego * i przylotu **

4. Przeloty po trasach zamkniętych

Do tego rodzaju przelotów należą przeloty docelowo-powrotne oraz przeloty po trasach trójkątnych i wielobocznych.

Stanowią one najracjonalniejszą formę treningu szybowcowego — wymagają bowiem nie tylko dużych umiejętności pilotażowych, technicznych i taktycznych, ale również i nawigacyjnych. Ze względu na wybitnie zmniejszoną ilość lotów transportowych (ściąganie z przelotu jedynie w wypadku jego niepowodzenia) są stosunkowo mało kosztowne.

Do ich wykonywania nadaje się najlepiej bezwietrzna, wypracowana termika cumulusowa. Ponieważ większość letnich warunków lotnych to właśnie termika wypracowana, przeloty tego typu są dla nas tym cenniejsze. Z termik naniesionych, jedynie termika wietrzna (szlaki cumulusów) nadaje się do wykonywania przelotów docelowo-powrotnych. Dysponować jednak musimy dostatecznie szybkim szybowcem. Silny wiatr nie uniemożliwia nam w tych warunkach wykonania przelotu ze względu na wysokie szybkości przelotowe, jakie tutaj osiągamy. Chętnie wykorzystujemy także tworzące się czasem rzędy lub łańcuchy cumulusów pogodowych. Trasę przelotu dobieramy wówczas zawsze wzdłuż linii, na której się tworzą.

Przeloty docelowo-powrotne wykonywać można również w wymuszonych prądach zboczowych. Na naszych terenach brak jednak odpowiednich warunków, zezwalających na dokonanie poważniejszych tego rodzaju wyczynów.

Przelot docelowo-powrotny jest to lot na odległość, polegający na doleceniu do punktu docelowego, określonego na **piśmie** przed startem, i powrocie na miejsce startu. Punkt docelowy uważa się za osiągnięty, jeżeli pilot wykona pełne okrążenie o 360° dokoła punktu docelowego, który w tym wypadku uważany jest jako punkt zwrotny. Na punkcie takim znajdować się musi komisarz-obserwator, wystawiający odpowiednie zaświadczenie osiągnięcia punktu zwrotnego (docelowego). Lot powrotny jest traktowany

* Start lotny oznacza, że szybowiec przekracza wyznaczoną linię, stanowiącą początek trasy, w locie swobodnym (melduje się).
** Przylot — przejście nad linią kontrolną stanowiącą zakończenie trasy.

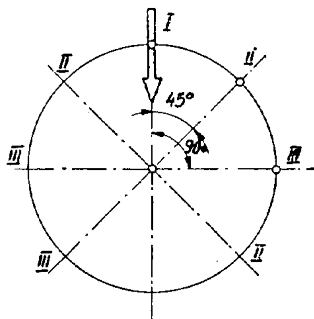
jako wykonany, jeżeli lądowanie odbędzie się w obrębie koła o promieniu 1 000 m, którego środek stanowi miejsce startu *. Jak z tego wynika, by lądowanie po przelocie mogło nastąpić na terenie lotniska, odczepienie (ważne w wypadku startu za samolotem) od linki holowniczej winno nastąpić bezpośrednio w jego rejonie. Wysokość startu analogiczna jak w przelotach otwartych i docelowych.

Wysokość meldowania się na punkcie zwrotnym nie jest ściśle określona i pozostawiona jest uznaniu pilota. Winna ona umożliwić komisarzowi sportowemu zidentyfikowanie szybowca oraz kontrolę prawidłowości wykonania przepisowego okrążenia. W wypadku lotów rekordowych, gdzie przelot wykonuje jeden szybowiec lub gdy rozporządzamy odpowiednimi środkami sygnalizacyjnymi wykluczającymi pomyłkę (kolorowe rakiety, łączność radiowa itp.), wysokość meldowania na punktach zwrotnych można odpowiednio zwiększyć.

Na terenie międzynarodowym przelot ten jest rekordowy w konkurencji odległościowej. Nadaje się on jednak doskonale do treningu, jeżeli potraktujemy go jako wyczyn szybkościowy. O osiągniętej szybkości przelotowej decydują tutaj zasadniczo jedynie umiejętności pilota i jakość sprzętu, a nie siła wiatru, jak to częstokroć bywa w przelotach jednokierunkowych.

Dobór kierunku przelotu uzależniony jest od wielu czynników. Kierunek wiatru nie odgrywa większej roli. Uzasadnimy to na przykładzie (rys. 92).

Chcemy wykonać przelot docelowo-powrotny na trasie 2 × 100 km. Zachodzi pytanie: w jakim kierunku lecąc (względem wiatru) uzyskamy najlepszą średnią szybkość przelotową, rzeczywistą przy założeniu jednakowych średnich wznoszeń, a więc stałej własnej szybkości przelotowej? Zakładamy: wiatr 15 km/godz., V_n 45 km/godz.



Rys. 92. Wybór kierunku lotu po trasie docelowo-powrotnej.

Wybierając trasę pierwszą (I) osiągniemy odpowiednio szybkości przelotowe:

$$W_1 = 30 \text{ km/godz.}$$
$$W_2 = 60 \text{ km/godz.}$$

* Nie mylić z pojęciem „lotniska wyjściowego" (lotniska, z którego szybowiec startuje przy użyciu odpowiednich urządzeń).

co pozwoli nam na wykonanie przelotu w czasie około * 5 godzin ze średnią szybkością przelotową $W_{śr} = 40$ km/godz.

Na trasie drugiej (*II*) osiągniemy rzeczywiste szybkości przelotowe.

$$W_1 = 33 \text{ km/godz.}$$

$$W_2 = 54 \text{ km/godz.}$$

Przelot wykonujemy więc w czasie około 4 godz. 50 min., ze średnią szybkością przelotową $W_{śr} = 41{,}3$ km/godz.

Na trasie trzeciej (*III*) odpowiednie szybkości wyniosą $W_1 = W_2 = W_{śr} = 42{,}5$ km/godz., a czas trwania przelotu około 4 godz. 44 min. Jak z tego widzimy, różnica w średnich rzeczywistych szybkościach przelotowych jest niewielka. Przy szybkości wiatru poniżej 15 km/godz. można więc dobierać kierunki przelotów bez uwzględnienia jego wpływu.

Większe znaczenie ma dla nas kolejność przelatywanych odcinków trasy. Etap trudniejszy (pod wiatr) powinien być wykonywany zawsze w okresie trwania najsilniejszej termiki, a więc najczęściej jako pierwszy.

Niejednokrotnie trasę przelotu dobierać trzeba uwzględniając komunikat meteorologiczny i każdorazowo dostosowując się do istniejących okoliczności.

Np komunikat meteorologiczny ostrzega nas, że nadciągają ławice chmur warstwowych, które osłabią lub nawet stłumią całkowicie termiczne prądy wznoszące. Trzeba wtedy bez względu na wiatr obrać trasę taką, by w trakcie przelotu pozostawać możliwie najdłużej w obszarze niezacienionym. Należy także dobrać odpowiednio długość przelotu, tak by pogorszenie warunków dosięgło nas (w najgorszym wypadku) już na powrotnym odcinku, w niewielkiej odległości od lotniska.

Najczęściej jednak o wyborze trasy przelotu decyduje punkt docelowy, który musimy tak dobrać, by zapewnić sobie na nim obecność komisarza-obserwatora.

Z przelotów po trasach trójkątnych i wielobocznych Kodeks Sportowy F.A.I. przewiduje tylko dwa ich rodzaje jako uznawany wyczyn sportowy. Są nimi: a) przelot szybkościowy na trasie trójkątnej 100 km, b) przelot warunkowy (do złotej odznaki) na trasie trójkątnej 300 km.

---

* Około — ponieważ nie uwzględniamy straty czasu na wykręcenie się po starcie, meldowanie na punkcie zwrotnym oraz przetrzymanie ewentualnych kryzysów.

Niemniej jednak wszystkie inne odmiany tego rodzaju przelotów (inny kilometraż czy ilość boków) mogą stanowić konkurencje podczas zawodów, a są doskonałą formą treningu szybowcowego. W zależności od tego, czy będą one potraktowane jako szybkościowe, czy jako odległościowe, obowiązujące przepisy sportowe i taktyka ich wykonywania będą analogiczne jak w podanych poprzednio dwu rodzajach przelotu uznanych przez F.A.I.

Szybkość lotu po trasie trójkątnej 100 km oblicza się uwzględniając rzeczywistą długość trasy. Musi ona wynosić łącznie przynajmniej 100 km, z tym że żaden z boków trójkąta nie może być krótszy niż 30 km. Punkty odlotu (rozpoczęcia trasy) i przylotu (mety) znajdują się na wytyczonej linii, prostopadłej do pierwszego boku trójkąta. Linię przylotu należy przekraczać w locie ustalonym przynajmniej na 300 m przed linią prostopadłą do kierunku nalotu.

Na obu uzgodnionych przed lotem punktach zwrotnych winni znajdować się komisarze stwierdzający właściwe osiągnięcie punktu (analogicznie jak w przelocie docelowo-powrotnym). Maksymalna wysokość startu — podobnie jak w przelotach docelowych i otwartych. W wypadku startu lotnego wysokość przelotu nad wyjściową linią kontrolną nie powinna przekraczać 1% długości trasy, a więc — w wypadku omawianego wyczynu — 1 000 m.

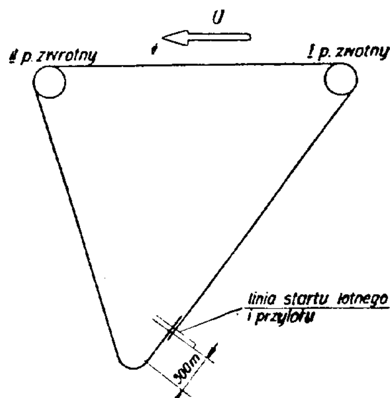
Jak już zaznaczyliśmy, najkorzystniejsze jest wykonywanie tego rodzaju przelotów podczas bezwietrznej pogody. Często jednakże wykonujemy przeloty po trasach trójkątnych w warunkach niezbyt silnego wiatru. Przestrzegać należy wtedy następujących wskazówek:

a) Start lotny wykonywać możliwie z dużą szybkością na maksymalnej, dopuszczalnej regulaminowo wysokości — praktycznie 900—1 000 m.
b) Odcinki, na których wiatr jest niekorzystny, przelatywać z możliwie dużą szybkością — jak najwięcej w locie prostym bez krążenia, nawet kosztem zmniejszenia przeciętnej wysokości lotu.
c) Przelatując odcinki, na których wiatr jest sprzyjający, wykręcać wysokość możliwie „na zapas", tak aby móc ją zamienić na odległość na następnym, niekorzystnym etapie.
d) Przelot linii mety wykonywać na minimalnej z punktu widzenia bezpieczeństwa wysokości.

Powyższych wskazówek nie należy traktować bynajmniej jako recepty na wykonanie przelotu szybkościowego po trójkącie, lecz jedynie pamiętać o nich, starając się jednocześnie jak najlepiej dostosować do warunków, w jakich wykonujemy przelot.

W wypadku gdy posiadamy dowolny wybór trasy, należy ją obrać tak, by drugi jej odcinek był o ile możności najdłuższy i leżał w łożu wiatru. Daje nam to tę korzyść, że na pierwszym i trzecim odcinku przelotu niekorzystny wpływ wiatru zmniejszyć możemy przez przebywanie ich częściowo w locie ślizgowym. (Na odcinku pierwszym — kosztem różnicy między wysokością startu lotnego a meldowania na pierwszym punkcie zwrotnym, na odcinku trzecim — kosztem różnicy wysokości meldowania na drugim punkcie zwrotnym a poziomem lotniska).

Schemat lotu w takim wypadku winien wyglądać jak następuje (rys. 93):



Rys. 93. Schemat lotu po trasie trójkątnej.

Start lotny z szybkością około 200 km/godz. (zależnie od typu szybowca) na wysokości 1 000 m. Meldowanie na pierwszym punkcie zwrotnym na minimalnej, bezpiecznej (ze względu na obawę przed przymusowym lądowaniem) wysokości. Podczas drugiego etapu, wykonywanego z tylnym wiatrem — nabieranie wysokości tak, by meldowanie na drugim punkcie zwrotnym odbywało się na możliwie dużej wysokości. Etap trzeci wykonujemy analogicznie jak pierwszy, z tym że podczas przylotu wytracamy wysokość praktycznie do zera. W tej fazie przelotu przydatna jest bardzo umiejętność posługiwania się wykresem dolotowym (patrz „Technika przelotu szybowcowego").

Jest rzeczą zrozumiałą, że w praktyce przelot jest o wiele bardziej skomplikowany, a dobór najdogodniejszej trasy nie zawsze jest możliwy ze względów technicznych. Często taktykę naszą musimy całkowicie zmienić dostosowując się do chwilowych warunków meteorologicznych, niemniej jednak sposób podejścia do zagadnienia pozostaje zawsze taki sam.

Czytelnikom, którzy chcą osiągnąć dobre wyniki w tej trudnej konkurencji przelotowej, gorąco polecamy opracowanie w wolnych chwilach kilku wariantów przelotu szybkościowego po trójkącie, dla założonej trasy i warunków meteorologicznych, w celu uzmysłowienia sobie, jak pewne posunięcia taktyczne wpływają na wynikową rzeczywistą szybkość przelotową. Szczególną uwagę należy zwrócić na:

a) prawidłowy dobór kierunku przelatywania trasy,
b) wysokość startu lotnego,
c) wysokość meldowania na punkcie zwrotnym, poprzedzającym odcinek z niekorzystnym wpływem wiatru (na przykład w naszym schemacie byłby nim drugi punkt zwrotny).

Jest jasne, że im silniejszy będzie wiatr, czyli im przelot będzie trudniejszy do wykonania, tym większego znaczenia nabierają wyżej wymienione czynniki. W wypadku warunków bezwietrznych, oprócz zasad taktyki obowiązujących we wszystkich przelotach termicznych, ważnym czynnikiem pozostanie jedynie wysokość lotnego startu i przylotu.

Przelot odległościowy po trasie trójkątnej 300 km, z racji jego długości i stosunkowo dużej trudności, traktować należy jako nieformalną szybkościówkę. Rzecz jasna, że w tym wypadku start lotny staje się zbędny i byłby tylko niepotrzebną stratą czasu. Podobnie kwestie wysokości meldowania na punktach zwrotnych odgrywają w ogólnym bilansie przelotu nikłą tylko rolę. Na pierwszy plan wysuwa się natomiast dokładne opracowanie meteorologiczne i nawigacyjne przelotu. Należy starać się tak dobierać trasę, by odcinek najdłuższy (najkrótszy bok trójkąta musi wynosić powyżej 80 km) przelatywany był z korzystnym wiatrem. Z drugiej strony, ponieważ przelot odbywa się w dłuższym okresie czasu niż w wypadku trójkąta 100 km (około 6 do 8 godzin), należy liczyć się z możliwością wzmocnienia lub zaniku wiatru (dane z komunikatu meteo) i w związku z tym odpowiednio rozłożyć sobie łatwiejsze i trudniejsze odcinki. Staramy się również, by odcinek najtrudniejszy wykonywany był w okresie najsilniejszej termiki (godzina 11—14), ostatni zaś powinien prowadzić przez tereny z dużą ilością przygodnych lądowisk. Przepisy sportowe są tutaj analogiczne jak w poprzednio omawianych wypadkach.

5. Przeloty grupowe

Nazwą tą określamy przeloty wykonywane w zespole dwu lub więcej szybowców. Sam rodzaj przelotu jest w tym wypadku zasadniczo obojętny.

Przed 1939 r. przeloty grupowe w Polsce wykonywane były jedynie podczas zawodów szybowcowych, gdyż istniały tego rodzaju konkurencje (wysoko zresztą punktowane). Sporadyczne próby zastosowania przelotów grupowych jako pewnej formy szkolenia (doświadczony pilot miał prowadzić na przelot nowicjuszy) nie zostały uwieńczone powodzeniem. Niemcy mieli w tej dziedzinie kilka pozytywnych wyników, ale i u nich loty tego typu nie znalazły szerszego zastosowania.

Po 1945 r. dokonano u nas kilku tego rodzaju wyczynów, w tym trzy poważniejsze: Żar — Wiedeń, ok. 300 km (piloci Kempówna, Adamski, Zientek), Toruń lub Inowrocław* — Zamość, ok. — 420 km (piloci Adamek i Wielgus) oraz Leszno—Tomaszów Lubelski — 508 km (piloci Cnotliwy i Zydorczyk). Poza tym przeloty takie wykonywane były często w formie współpracy między poszczególnymi pilotami podczas trwania wszystkich naszych powojennych zawodów szybowcowych.

Przeloty grupowe w formie obecnie praktykowanej mają rację bytu jedynie w sytuacji meteorologicznej, w której wykorzystywanie chmur jest niemożliwe lub nieopłacalne. W wypadku przeciwnym utrzymanie łączności jest praktycznie niemożliwe, chyba że świadomie zrezygnujemy ze wznoszeń chmurowych. Bezpośrednia korzyść z lotu w grupie uwidacznia się dopiero podczas przelotów w trudnych warunkach termicznych, a specjalnie podczas przelotów na słabej, bezchmurnej termice, gdzie wyszukiwanie kominów nie należy do rzeczy łatwych. Warunkiem powodzenia takiej imprezy będzie wyrównany i dostatecznie wysoki poziom wyszkolenia pilotów wchodzących w skład grupy oraz dobra ich współpraca **.

Umiejętność współpracy w przelotach grupowych nabiera znaczenia ogromnej wagi szczególnie w wypadku międzynarodowych zawodów, w których zwykle obok punktacji indywidualnej prowadzi się także zespołową. Dobrze zgrana ekipa pilotów, która w trudnych warunkach termicznych potrafi wykorzystać maksimum zalet przelotu grupowego, wychodzi zazwyczaj zwycięsko z danej konkurencji.

Mając zamiar wykonać przelot w grupie, piloci muszą omówić przed startem dokładnie trasę przelotu i postępowanie na wypadek zajścia różnych, nieprzewidzianych okoliczności (np. chwilowy kryzys lub, co gorsza, przygodne lądowanie jednego z uczestników przelotu). Ponieważ przeloty grupowe wykonujemy najczęściej w warunkach termicznych raczej słabych ***, gdzie i tak nie osią-

---

* Starty do tych przelotów wykonano niezależnie od siebie na dwu pobliskich lotniskach, a spotkanie w początkowej fazie przelotu było przypadkowe.

** Jeden z autorów był współuczestnikiem takiego właśnie przelotu, wykonanego w trudnych warunkach termicznych na trasie Lublin—Warszawa. Powodzenie jego przypisać należy głównie dobrze prowadzonej współpracy pilotów.

*** Podczas trwania silnej termiki przelot grupowy nie daje korzyści i jest raczej uciążliwy. Podobnie ma się rzecz w wypadku przelotów szybkościowych, gdzie współpraca jest możliwa (i korzystna) zazwyczaj jedynie na krótkich odcinkach.

gamy dużych szybkości przelotowych, trzeba zawsze poczekać na współtowarzysza znajdującego się w krytycznej sytuacji, a nawet w miarę możności pomóc mu w wyszukiwaniu wznoszeń. W wypadku lądowania jednej z maszyn nie jest celowe rozmyślne przerywanie przelotu przez resztę grupy, chyba że znajdujemy się w jego końcowej fazie, a sama zespołowość była zasadniczym celem przelotu.

W trudnych warunkach grupa szybowców winna kontynuować w miarę możności lot w szyku zwanym „ławą", w celu równoczesnego wyszukiwania wznoszeń na większej przestrzeni przy zachowaniu łączności wzrokowej.

Krążąc wspólnie w kominie przestrzegać należy jak najbardziej przepisów bezpieczeństwa, zważając jednocześnie, by nawzajem sobie nie przeszkadzać. Pierwszeństwo w kominie winni mieć zawsze piloci najmniej zaawansowani albo wykonujący przelot na najsłabszym wyczynowo szybowcu. Dużo uwagi poświęcić trzeba na utrzymywanie stałej łączności wzrokowej, gdyż powtórne odnalezienie zagubionego towarzysza (czy towarzyszy) jest zawsze trudne. Z tego powodu wchodzenie w chmury podczas przelotów grupowych nie jest wskazane.

Przeloty grupowe nabiorą niewątpliwie olbrzymiego znaczenia z chwilą, gdy mała nadawczo-odbiorcza radiostacja stanie się standartowym wyposażeniem szybowca wyczynowego, podobnie jak przed kilkoma laty stał się nim elektryczny skrętomierz, a obecnie aparat tlenowy. Główna wada przelotów grupowych — trudność utrzymania łączności i porozumiewania się — zniknie wtedy zupełnie, czyniąc tym samym tę formę przelotu specjalnie korzystną dla osiągnięcia doskonałych wyników.

6. Przeloty okrężne

Przelotem okrężnym (lub raidem szybowcowym) nazywamy cykl etapowych przelotów docelowych, których zakończeniem jest powrót na lotnisko wyjściowe. Jako punkty docelowe zgłasza się z reguły lotniska i szybowiska, by zapewnić sobie pomieszczenie i obsługę sprzętu oraz możliwość startu do dalszego etapu przelotu.

Z transportu samochodowego lub lotniczego korzystać należy jedynie wyjątkowo, w wypadku nieosiągnięcia punktu docelowego i lądowania na trasie. W takiej sytuacji staramy się dostać do najbliższego ośrodka lotniczego, a stąd już o własnych siłach kontynuujemy dalszy przelot.

Przeloty okrężne są najbardziej właściwą formą turystyki szybowcowej. Koszty związane z ich wykonywaniem są stosunkowo niskie (odpada prawie zupełnie konieczność transportu powrotnego

szybowców), co czyni je na równi z przelotami po trasach zamkniętych racjonalną formą treningu. Zaletą przelotów okrężnych jest również możliwość wykonywania lotów warunkowych na poszczególnych etapach trasy. Wadą natomiast jest długi zazwyczaj czas trwania takiego przelotu, co ogranicza możliwość podejmowania ich jedynie do okresów urlopowych lub wakacyjnych. Poza tym w okresie trwania przelotu szybowiec jest „zamrożony" na koncie jednego tylko pilota, co jednak przy dzisiejszym, bogatym wyposażeniu naszych aeroklubów nie jest specjalnie groźne.

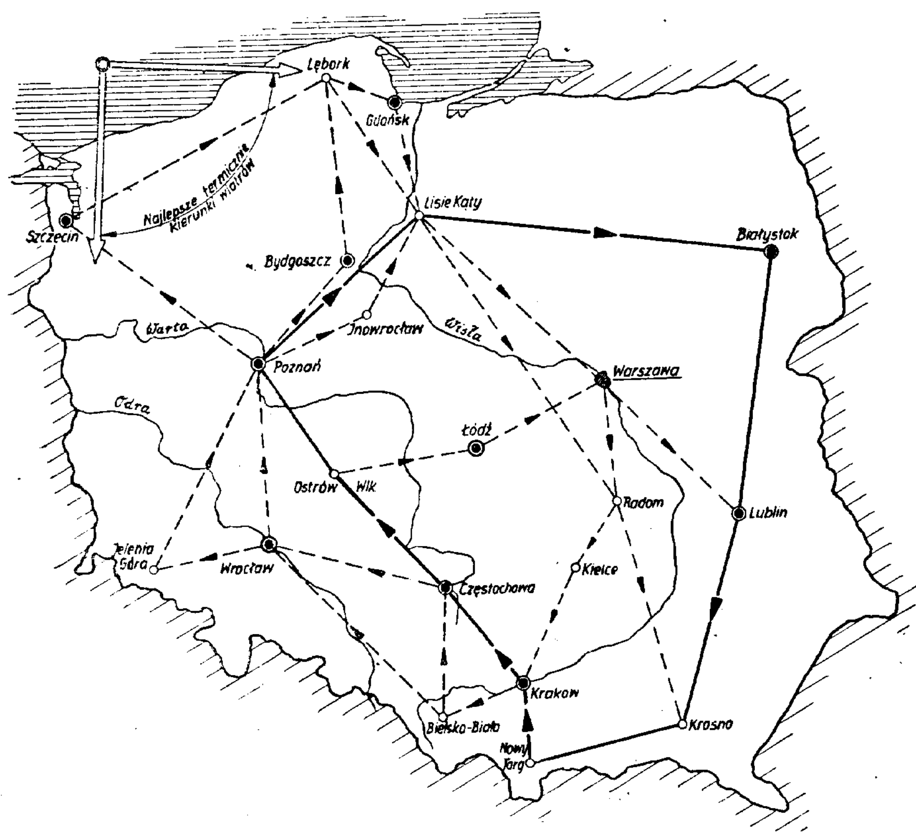
Jak obrać trasę przelotu okrężnego? Długość jej zależy przede wszystkim od czasu jakim dysponujemy, od pory roku oraz orientacyjnej prognozy pogody na okres najbliższy. Ponieważ wiemy, że podczas trwania wiatrów północnych i zachodnich warunki termiczne są zazwyczaj korzystniejsze niż w wypadku wiatrów wschodnich i południowych, dobieramy odpowiednio kilometraż poszczególnych etapów przelotu. W formie pewnego rodzaju „recepty" można podać, że etapy przypadające na kursy od 040° przez 180° do 220° należy planować jako dłuższe, z tym że uprzywilejowane są kursy od 090° do 180°. Na pozostałych kursach planować należy etapy krótsze. Pisząc „etapy krótsze" mamy na myśli odległości mniejsze niż 200 km, przez określenie „etapy dłuższe" — rozumiemy odległości od 200 km wzwyż. Oczywiście są to liczby luźne, określające jedynie rząd odległości.

Jeżeli przyjrzymy się mapie naszego kraju, rzuci nam się w oczy fakt, że kierunek wykonywania wszystkich dłuższych przelotów tego typu winien być zgodny z ruchem wskazówek zegara (prawy). Sugeruje nam to rozmieszczenie ewentualnie możliwych punktów etapowych przelotu na terenie naszego kraju (patrz rys. 94). Naturalnie uwagi te należy traktować jako zupełnie ogólne, każdorazowo dostosowując się do panujących warunków. Ponieważ przeciętnie przyjąć można, że w ciągu tygodnia jesteśmy w stanie przelecieć średnio ok. 500 km (na krótkich odcinkach mniej, na dłuższych więcej), mamy już wszystkie dane odnośnie planowania trasy naszego przelotu. Dla zilustrowania dalszego postępowania rozpatrzmy następujący przykład (rys. 94).

Punktem wyjściowym jest Kraków. Dysponujemy czasem 20 dni. Postępując według powyższych wskazówek planujemy z grubsza kilometraż naszego przelotu okrężnego na 1 500 km. Określając punkty docelowe poszczególnych etapów staramy się, by było ich możliwie dużo, by nawet w słabych warunkach można było pokonywać krótsze odcinki. Jeśli warunki dopisują, przebywamy je od razu po kilka. Trasa nasza będzie więc wiodła z lotniska wyjściowego Kraków przez: Częstochowę, Ostrów Wlkp. lub Wrocław do

Poznania, stąd dalej do Lisich Kątów. Tutaj można poczekać kilka dni na korzystne warunki meteorologiczne i wykonać przelot w jednym etapie do Białegostoku, Lublina czy nawet Krosna. W razie gorszych warunków etapem pośrednim może być Warszawa. Jeśli znajdziemy się w Białymstoku, dalsze etapy przelotu prowadzić będą przez Lublin, Krosno i ewentualnie Nowy Targ — z powrotem do Krakowa.

Pomiar trasy wykazuje, że jej łączna długość wynosi ok. 1 200 km, mamy więc zapas kilku dni na ewentualne niepowodzenia czy też odskoki od zamierzonej marszruty. W wypadku niesprzyjającej pogody istnieje możliwość skrócenia sobie trasy przez ścięcie jej po przekątnej, np. z Warszawy wprost do Krakowa (ewentualnie etapami przez Radom, Kielce).



Rys. 94. Rozmieszczenie ewent. punktów etapowych przelotu okrężnego na terenie naszego kraju.

Jeśli teraz spojrzymy na mapę, stwierdzimy, że etapy przelotu przypadające na mniej korzystne dla nas kierunki nie przekraczają długości 150 km, wszystkie zaś etapy biegnące w korzystnym kierunku południowo-wschodnim mają długość co najmniej 200 km. Jak stąd wynika, przebycie trasy w kierunku przeciwnym (w lewo) byłoby znacznie trudniejsze.

Kończąc omawianie tego rodzaju przelotów trzeba zaznaczyć, że oderwanie się na dłuższy okres czasu od swojej stałej „bazy" wyrabia doskonale u pilota poczucie samodzielności i zaufania we własne siły, co ma duże znaczenie zwłaszcza dla jednostek o wysokich aspiracjach sportowych. Pilot, stykając się ciągle z nowym otoczeniem i różnymi warunkami terenowymi i termicznymi, nabiera doświadczenia i oswaja się z wszelkimi możliwymi sytuacjami, co znakomicie podnosi jego kwalifkacje.

7. Przeloty falowe

Mimo że zjawisko fali halniakowej jest obecnie powszechnie wykorzystywane w lotach wysokościowych, nie zwrócono dotąd większej uwagi na wiążące się z nią możliwości przelotowe. Podczas trwania obozów falowych w Jeleniej Górze w latach 1950—1951 wykonano kilka przelotów falowych, jeśli je można nazwać przelotami ze względu na ich przypadkowość. Wykonywali je bowiem piloci, którzy utracili orientację wskutek wzrostu zachmurzenia i z wysokości uzyskanej na fali kontynuowali lot ślizgowy z tylnym wiatrem, nie chcąc lądować przygodnie w trudnym, górzystym terenie. Nic więc dziwnego, że osiągnięte odległości były niewielkie.

Latem 1951 r. pilot A. Brzuska wykonał przelot falowy na trasie Żar—Kielce (165 km), a w rok później pilot Luranc przelot falowy Bielsko—Czernin k. Mielca (175 km). Są to jedyne poważniejsze * celowo wykonane wyczyny tego typu w Polsce. Biorąc pod uwagę stopień zaawansowania, jaki posiadał pilot Luranc w momencie wykonywania swojego przelotu (zarówno przelot jak również uzyskana w nim wysokość ponad 5 000 m były jego pierwszymi warunkami do srebrnej odznaki szybowcowej), twierdzić można, że gdyby posiadał on większe doświadczenie, mógłby przedłużyć przelot co najmniej o dalsze 100 km.

W skali światowej podobne, sporadyczne zresztą wyczyny sięgają 600 km.

Wadą przelotów falowych jest to, że można je wykonywać jedynie w formie przelotów otwartych. Jesteśmy bowiem ściśle związani z miejscem występowania wznoszeń, które przewidzieć może-

* W r. 1950 wykonano kilka przelotów na trasie Żar—Kraków (50 km).

my tylko z dużym przybliżeniem. Poza tym sama fala jest zjawiskiem lokalnym, związanym z górami, a więc dostępnym jedynie z niektórych ośrodków szybowcowych w kraju.

Poważną zaletą kompensującą wszystkie braki przelotów falowych jest fakt, że najkorzystniejszą dla nich porą jest późna jesień i zima — okresy pozbawione całkowicie termicznych możliwości przelotowych.

Zdaniem autorów dotychczasowy sposób wykonywania przelotów falowych (lotem ślizgowym z tylnym wiatrem po uzyskaniu maksymalnej wysokości na fali) nie jest racjonalny. Ruch falowy mas powietrznych zanika bowiem w najlepszym wypadku w odległości ok. 100 km za przeszkodą wywołującą go, a jest wykorzystywalny dla celów szybowcowych w przybliżeniu do połowy tej odległości. Dalej ruchy falowe stają się słabe i nieregularne, na co wskazuje obserwacja chaotycznie tworzących się i rozpadających chmur typu *Ac lent* *.

Bezwzględnie racjonalniejsze byłoby wykonywanie przelotu wzdłuż fali, a dopiero po osiągnięciu jej skraju zamiana wysokości na odległość w locie ślizgowym po wypadkowej z dotychczasowego lotu i kierunku wiatru. Jako odległość wykonanego w ten sposób przelotu liczy się naturalnie jedynie długość przekątnej, gdyż przeprowadzenie lotu po trasie łamanej z meldowaniem na punkcie zwrotnym jest praktycznie niewykonalne. W naszych warunkach terenowych i klimatycznych przewidywać można, że przeloty wykonane w ten sposób osiągać będą długość do 400 km. Trasa ich winna prowadzić (przykładowo) z Bielska na Sanok, a stąd po zmianie kierunku (ze względu na bliskość granicy państwa) lotem ślizgowym aż pod Zamość, a nawet Chełm.

Przewidywania swoje odnośnie trasy przyszłych przelotów tego typu opieramy na fakcie występowania zjawiska fali (mowa o fali za grzbietami Karpat i Karkonoszy) najczęściej przy wiatrach górnych wiejących z kierunku 190°—210°. Wskutek dużych szybkości wiatru nawet małe odchylenie od kierunku południowego wybitnie powiększy rzeczywistą szybkość przelotową „*W*". Możliwość wykonywania na fali poważniejszych przelotów docelowo-powrotnych jest raczej niewielka.

Bliższych szczegółów dotyczących taktyki przelotów falowych nie podajemy, ze względu na zbyt małą ilość doświadczeń praktycznych w tej dziedzinie. We wszystkich zaś pozostałych kwestiach, związanych z wykonywaniem lotów falowych w ogólności, odsyłamy czytelnika do wyczerpującej ten temat pracy kol. Zient-

---

* Chmury tego typu obserwował jeden z autorów kilkakrotnie w okolicy Krakowa, prawdopodobnie jako produkt wtórnej fali tatrzańskiej (odległość ok. 100 km).

ka Adama pt. „Na falach halniakowych", która ukazała się w ramach wydawnictwa Ligi Lotniczej.

8. Wskazówki taktyczne dla zawodników i rekordzistów

Ukoronowaniem ambicji sportowych pilota szybowcowego jest udział w zawodach oraz ustanawianie rekordów w skali krajowej lub międzynarodowej.

Ponieważ większość rekordów i konkurencji rozgrywanych podczas zawodów to różnych rodzajów przeloty, przeto nie od rzeczy będzie omówienie tutaj zasadniczych cech, którymi winna odznaczać się taktyka pilota-zawodnika lub rekordzisty.

Startując w zawodach pilot oprócz doskonałego przygotowania praktycznego i teoretycznego winien być zaznajomiony z obowiązującym podczas ich trwania regulaminem oraz ogólnymi przepisami sportowymi F.A.I.

Doświadczenia wielu zawodów uczą nas, że wygrywa zazwyczaj pilot „najrówniejszy". Nazywamy tak zawodnika, który mimo niekoniecznie najlepszych wyników wykonuje możliwie największą ilość konkurencji. Błyskotliwe sukcesy w poszczególnych a odosobnionych konkurencjach niewiele przyczyniają się do końcowego zwycięstwa. Wyjątki od tej reguły mogą zajść jedynie przy nieprzemyślanym regulaminie zawodów.

Przestrzegając zasady regularności wyników, szczególną uwagę poświęcić należy konkurencjom wysoko punktowanym.

Zawodnik winien być samodzielny i wierzyć we własne siły nie peszając się renomowaną sławą swych przeciwników. Często bowiem zdarza się, że silna wola zwycięstwa i „bojowość" młodego pilota biorą górę nad rutyną doświadczonego wygi. Nie wolno jednak w żadnym wypadku lekceważyć przeciwników, przeciwnie, należy pilnie obserwować stosowane przez nich metody i wyciągać z nich odpowiednie wnioski.

W zapale walki o punkty mimo całej jej zaciętości należy zachowywać odpowiednią postawę sportową i pamiętać, że pełną satysfakcję odnosimy jedynie ze szlachetnie zdobytego zwycięstwa.

Obmyślenie wytycznych taktyki stosowanej podczas określonej konkurencji winno nastąpić przed lotem i być uzależnione od warunków meteorologicznych i obowiązujących regulaminów. Podczas lotu zachodzi jednak niejednokrotnie potrzeba zmiany pierwotnej koncepcji.

W konkurencjach kombinowanych (np. przelot docelowy z punktowaną wysokością) zdarza się, że trzeba zrezygnować z osiągnięcia maksymalnych wyników w obu konkurencjach składowych równocześnie. Należy wówczas dobrze zastanowić się, wybierając zawsze kombinację punktowo korzystniejszą. Ponieważ w powie-

trzu wykonywać można tylko bardzo przybliżone obliczenia (dokładnych danych cyfrowych punktacji nie jesteśmy w stanie zapamiętać), należy przed startem wypisać na kartce kilka wariantów sumarycznej punktacji, które już bez trudu można wykorzystać w locie.

W sytuacji, gdy w wyniku niepowodzenia w którejś konkurencji spadamy na jedno z dalszych miejsc, nie należy zniechęcać się, lecz z całą energią zabrać się do odrobienia utraconych punktów. Analogicznie — w chwilach powodzenia nie wolno „spocząć na laurach", lecz z całą wytrwałością dążyć do powiększenia dystansu punktowego między sobą a konkurentami, pamiętając o tym, że w wypadku jednego choćby niepowodzenia z łatwością utracić możemy z trudem zdobytą pozycję.

Jakiego przygotowania i taktyki wymaga od nas podejmowanie prób poprawiania rekordów? Kandydat na rekordzistę musi być doskonale zorientowany w kodeksie sportowym F.A.I., by móc wykonać lot zgodnie ze wszystkimi obowiązującymi przepisami. Zdarza się bowiem, że pominięcie jakiejś drobnej formalności uniemożliwia zatwierdzenie uzyskanego wyniku jako oficjalnego rekordu. Szczególną uwagę należy poświęcić tym kwestiom w wypadku, gdy planowany wyczyn może być w razie powodzenia uznany za rekord międzynarodowy.

Planując lot rekordowy pamiętać należy, że aby nowy wynik został uznany za rekord, musi przewyższać poprzedni o pewną ustaloną wartość wynoszącą:

- dla przelotów otwartych, docelowych i docelowo-powrotnych — 10 km,
- dla lotów wysokościowych (przewyższenie i wysokość absolutna) — 5%,
- dla lotów długotrwałych — 15 minut,
- dla lotów szybkościowych po trasie trójkątnej 100 km — 2 km/godz.,
- dla wyczynów kontrolowanych (szybkość przelotu po trasach 100 do 500 km) — 5 km/godz.

Taktyka lotu rekordowego w porównaniu z taktyką zawodniczą powinna być bardziej „ryzykowna". Nie oznacza to bynajmniej lekceważenia elementarnych przepisów bezpieczeństwa dla „wyśrubowania" wyniku *, lecz podkreśla odmiennny charakter lotu,

* Tragicznym przykładem takiego właśnie pojmowania rekordu jest wypadek szybownika szwedzkiego K. E. Övgarda w czasie lotu wysokościowego na fali w Bishop (Kalifornia, USA) zakończony śmiercią skutkiem głodu tlenowego.

pozwalający na bardziej optymistyczne i śmiałe traktowanie wszystkich kwestii związanych z taktyką przelotu.

Na przykład w trakcie lotu szybkościowego na trasie trójkątnej 100 km osiągamy ostatni punkt zwrotny na wysokości 1 000 m. Drogę do mety zagradza obszar dający niewielkie szanse napotkania wznoszenia. Ze względu na czołowy wiatr posiadana wysokość jest zbyt mała na dolot w locie ślizgowym.

Podczas zawodów staralibyśmy się dojść do mety drogą okrężną, wymijając niekorzystny obszar ze stratą dla szybkości przelotu.

Natomiast w locie rekordowym strata szybkości przekreśla znaczenie wyczynu jako rekordu. W tym wypadku pilot musi zdecydować się na lot wprost po kursie, świadomie ryzykując możliwość przedwczesnego lądowania. W razie niepowodzenia traci on stosunkowo niewiele — satysfakcję lądowania na lotnisku. W przeciwnym wypadku zyskuje bardzo dużo — nowy rekord!

ERRATA

KS. „PRZELOTY SZYBOWCOWE"

Str.	Wiersz od góry	Wiersz od dołu	Jest	Winno być
5		1	ψ — „fi"	φ — „fi"
31	8		(punkt $V = 0$; $(w_{ow} = 0)$.	(punkt $V = 0$; $w_{ow} = 0$).
37	19		wektor V_r	wektora V_r
59		5	w^d	w_d
60		10	b,	(b),
61		3	V_s	(V_s)
62		5	$V_p = f\ (V_s,\ w_w.\ b.\ w_w)$	$V_p = f\ (V_s,\ w_w,\ b,\ w_w)$
92	podpis pod rys. 64		V^r	V_r
108		20	Vp	V_p
108		9	A_p	V_p
114	15		Vp	V_p